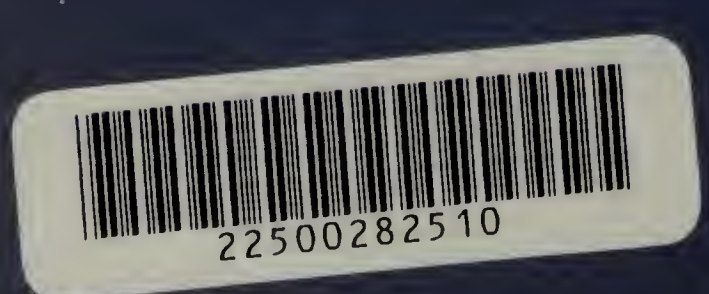
Heinrich Braun

Lokalanästhesie

Dritte Auflage.

VERLAG von JOHANN AMBROSIUS BARTH in LEIPZIG


22500282510

Med
K42707

Dr. LOUIS S. KANN
[illegible] STREET,
[illegible], N. Y.

Heinrich Braun
Die Lokalanästhesie

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28110900

Die Lokalanästhesie, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und praktische Anwendung

Ein Hand- und Lehrbuch

von

Prof. Dr. Heinrich Braun

Obermedizinalrat, Direktor des Königlichen Krankenstiftes in Zwickau

Dritte, völlig umgearbeitete Auflage

Mit 207 Abbildungen

Leipzig / Verlag von Johann Ambrosius Barth / 1913

Copyright by
Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1913.

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. WelMOmec
Coll
No.

Druck von Grimme & Trömel in Leipzig

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Lokalanästhesie auf dem Gebiet der allgemeinen Chirurgie in der Ausdehnung anzuwenden, als es mit Nutzen für die Kranken möglich ist, war bisher nur derjenige in der Lage, der eine erhebliche Zahl einschlägiger Arbeiten studiert und durch Übung und Erfahrung die beschränkten Grenzen des Verfahrens kennen gelernt hatte. Die chirurgischen Hand- und Lehrbücher geben davon nur eine sehr allgemeine Anschauung, während sich die Spezialmonographien, die die Lokalanästhesie behandeln, fast ausnahmslos auf die gewöhnlich über das Ziel hinausschießende Empfehlung einer bestimmten Methode beschränken. Vieles Einzelne ist in den letzten Jahren hinzugekommen, was die Ausübung der Lokalanästhesie erleichtert. Auch hat sich gezeigt, daß die schematische Anwendung einer Methode nicht das richtige ist, daß vielmehr beinahe jede Operation, jedes Gewebe, jeder Körperteil eine besondere Anästhesierungstechnik erforderlich macht, und Operationen häufig nur nach genauester Kenntnis der Innervation des Operationsfeldes unter Lokalanästhesie ausführbar sind.

Es ist daher wohl an der Zeit, einmal unsere gegenwärtigen Kenntnisse der Lokalanästhesie zusammenzufassen. Ich habe, wie bekannt, seit Jahren für diesen Zweck vorgearbeitet. Die in einer Anzahl von Arbeiten veröffentlichten Ergebnisse meiner Untersuchungen über die wissenschaftlichen Grundlagen der Lokalanästhesie bilden, auf der einen Seite mannigfach ergänzt und erweitert, auf der anderen Seite des Unwesentlichen entledigt und verkürzt, einen Teil des Inhalts dieses Buches. Die Entwicklung der verschiedenen örtlichen Anästhesierungsmethoden habe ich mich möglichst objektiv zu schildern bestrebt. Die praktische Anwendung der Lokalanästhesie habe ich so darzustellen versucht, daß dem Leser das Studium vieler Einzelarbeiten und die Notwendigkeit längerer Erfahrung erspart bleibt. Das war nur möglich in Form einer auf die Lokalanästhesie zugeschnittenen Operationslehre und mit Hilfe zahlreicher Abbildungen. Dieser Teil des Buches trägt natürlicherweise einen subjektiveren Charakter; denn ich kann nur beschreiben, wie ich selbst nach Kenntnis aller Methoden und jahrelangen Versuchen mit ihnen Operationen unter Lokalanästhesie

ausführe. Durch die Einführung des Suprarenins als Hilfsmittel der Lokalanästhesie ist deren Technik vielfach beeinflußt worden, wie überall zu erkennen ist. Photogramme und Zeichnungen sind zum größten Teil von mir angefertigt.

Zu einem anschaulichen Bilde der Lokalanästhesie gehört auch eine Darstellung ihrer Anwendung in den Spezialfächern (Ophthalmologie, Otologie, Rhinologie, Urologie). Bei der Abfassung dieser Abschnitte haben mich teilweise Spezialisten unterstützt, insbesondere bin ich Herrn Prof. Schwarz in Leipzig für seine Hilfe in dieser Richtung zu Dank verpflichtet. Ebensowenig durfte die Schilderung der Medullaranästhesie unterbleiben, da sie eine besondere Form der Lokalanästhesie darstellt und innerhalb gewisser Grenzen zu einer praktisch wichtigen Methode geworden ist. Eine Zusammenstellung der Literatur, die auf absolute Vollständigkeit keinen Anspruch macht, wird manchem Leser willkommen sein.

Leipzig, im März 1905.

Dr. H. Braun.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches ist viel auf dem darin behandelten Gebiet gearbeitet worden. Eine Anzahl neuer Anästhetika ist aufgefunden worden, von denen das Novokain erhebliche Bedeutung für die Lokalanästhesie in der Chirurgie erlangt hat. Ferner ist die synthetische Herstellung der in der Nebenniere enthaltenen gefäßkontrahierenden Substanz gelungen. Die diese Dinge betreffenden Kapitel mußten daher neu bearbeitet werden. Eine fast gänzliche Umarbeitung erforderte ferner der Abschnitt über Medullaranästhesie. Auch sonst sind mancherlei Zusätze, Ergänzungen und Verbesserungen nötig gewesen.

Zu großem Dank bin ich wiederum Herrn Prof. Dr. Schwarz und ferner Herrn Dr. Viereck verpflichtet, welche mir bei der Bearbeitung der Abschnitte über die Lokalanästhesie in der Ophthalmologie, Laryngologie und Otologie ihren wertvollen Rat erteilt haben.

Zwickau, im Dezember 1906.

Prof. Dr. H. Braun.

Vorwort zur dritten Auflage.

Seit dem Erscheinen der zweiten Auflage hat die Lokalanästhesie so große Fortschritte gemacht, daß die Neubearbeitung sich nur in den die theoretischen Grundlagen der Lokalanästhesie behandelnden Kapiteln auf Änderungen und Zusätze beschränken durfte. Die praktische Anwendung der Lokalanästhesie dagegen mußte vollständig neu geschrieben werden. Selbst von den Abbildungen der zweiten Auflage sind nur wenige übernommen worden. Es ist daher eigentlich ein neues Werk zustande gekommen. Den Abbildungen habe ich eine Anzahl photographischer Aufnahmen von in Lokalanästhesie ausgeführten Operationen beigefügt. Sie sollen zeigen, was die Lokalanästhesie leisten kann, und daß es sich lohnt, ihre Technik zu erlernen.

Den in den früheren Auflagen enthaltenen, der Lumbalanästhesie gewidmeten Abschnitt habe ich weggelassen, ebenso die Sakralanästhesie nicht behandelt. Beide Methoden gehören zwar theoretisch zur Lokalanästhesie. Praktisch aber befinden sie sich in einem grundsätzlichen Gegensatz zu ihr. Sie haben ihre eigene Technik, ihre eigenen Indikationen, sie konkurrieren nicht mit ihr.

Dagegen konnte ich mich nicht entschließen, die Abschnitte über die Anwendung der Lokalanästhesie auf den Spezialgebieten (Otologie, Ophthalmologie, Rhinologie, Zahnheilkunde, Gynäkologie) wegzulassen oder zu beschränken. Denn einmal sind auch in den Spezialfächern Fortschritte gemacht worden, welche wir Chirurgen nicht übergehen können. Andererseits stehen mir auf den Grenzgebieten der Chirurgie und der Spezialfächer teilweise ziemlich ausgedehnte eigene Erfahrungen zu Gebote, so daß ich hoffe, ich kann den Spezialisten auch manches sagen, was für sie von Nutzen ist.

Die Literatur habe ich möglichst vollständig zu sammeln gesucht und in Abschnitte geordnet, welche den Kapitelüberschriften entsprechen. Wo es erforderlich schien, habe ich im Text angegeben, wo die Nachweise im Literaturverzeichnis zu finden sind.

Zwickau, im März 1913.

Prof. Dr. H. Braun.

Inhaltsangabe.

Seite

Verzeichnis der Abbildungen IX
1. Kapitel. Geschichte der Lokalanästhesie bis zur Entdeckung des Kokains 1
2. Kapitel. Sensibilität und Schmerz. Anästhesie und Anästhesierungsmethoden 13
3. Kapitel. Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und Anämie 32
4. Kapitel. Die Anästhesierung durch Kälte 37
5. Kapitel. Die osmotische Spannung wässeriger Lösungen. Quellungs- und Schrumpfungsanästhesie 50
6. Kapitel. Indifferente und differente Substanzen. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsmethoden, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich anästhesierender Mittel 61
7. Kapitel. Die örtlich anästhesierenden Arzneimittel 74
   1. Kokain 75
      Geschichte der Kokainanästhesie und Kokainvergiftung 76
      Wesen und Mechanik der örtlichen Kokainvergiftung 82
      Wesen und Mechanik der allgemeinen Kokainvergiftung 89
      Verhütung und Behandlung der Kokainvergiftung. Die Dosierung des Kokains 97
      Örtliche Schädigung der Gewebe durch Kokainlösung. Herstellung und Sterilisation derselben 104
      Die Verwendung anderer Kokainverbindungen 105
   2. Tropakokain 109
   3. Eukain 113
   4. Holokain 119
   5. Aneson 120
   6. Akoin 121
   7. Anästhetika der Orthoformgruppe 126
   8. Stovain 132
   9. Alypin 133
   10. Novokain 135
   11. Andere Anästhetika 141
8. Kapitel. Weitere Hilfsmittel der Lokalanästhesie. Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtliche und toxische Wirkung örtlich anästhesierender Mittel. Suprarenin 145
9. Kapitel. Die verschiedenen Methoden der Verwendung örtlich anästhesierender Mittel.
   1. Die Anästhesierung von Oberflächen (Schleimhäuten, serösen Häuten, Synovialmembranen, Wunden) 165
   2. Die elektrische Kataphorese als Hilfsmittel der Lokalanästhesie . . . 167

3. Die Infiltrationsanästhesie 169
4. Die Leitungsanästhesie 178
A. durch perineurale Injektion 179
B. durch endoneurale Injektion anästhesierender Lösungen 185
C. Die Lumbalanästhesie und die sakrale Anästhesie 187
5. Die Venenanästhesie 188
6. Die arterielle Anästhesie 191
10. Kapitel. Die Bedeutung, die Indikationen und die allgemeine Technik der Lokalanästhesie 193
Das Instrumentarium 198
Die anästhesierenden Lösungen 203
Allgemeine Technik der Infiltrations- und Leitungsanästhesie 207
11. Kapitel. Die Operationen am Kopfe 222
1. Operationen am behaarten Kopf und der Stirn. Schädeloperationen . 223
2. Operationen am Ohr 233
3. Die Unterbrechung der Trigeminusstämme 240
4. Operationen in der Orbita. Augenoperationen 261
5. Operationen an den Gesichtsweichteilen 267
6. Operationen in der Nasenhöhle und an der knöchernen Nase 273
7. Operationen an der Stirnhöhle 277
8. Operationen an den Kiefern 279
9. Zahnextraktionen und andere Operationen am Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers 287
10. Operationen am Gaumen. Nasenrachenfibrome 296
11. Operationen an der Zunge, am Mundboden und den Tonsillen . . . 297
12. Kapitel. Operationen am Halse 302
13. Kapitel. Operationen an der Wirbelsäule und am Brustkorb 313
14. Kapitel. Bauchoperationen 332
15. Kapitel. Die Operationen an den Harn- und Geschlechtsorganen und am Mastdarm 352
16. Kapitel. Operationen an den Extremitäten 384
Literaturverzeichnis 429
Sachregister 473

Verzeichnis der Abbildungen.

		Seite
1.	Richardsons Ätherspray . .	38
2.	Chlorāthyltuben	42
3.	Der Kühnensche Gabelvereiser	43
4.	Kurven zur Wirkung osmotischer Spannungsdifferenzen .	55
5.	Schema der örtlichen Anästhesierungsmethoden	72
6.	Einfluß von Kokain, Eukain und Tropakokain auf Suprarenin. Kurven nach Läwen	158
7.	Resorptionsverzögerung durch Suprarenin. Kurven nach Klapp	161
8.	Abschnürung zur Venenanästhesie	189
9.	Instrumentarium zur Venenanästhesie	190
10.	Spritze nach Hammer . . .	198
11.	Unsere Injektionsspritze . . .	199
12.	Hohlnadeln	200
13.	Hohlnadelhalter	201
14.	Spritze nach Schleich . . .	202
15.	Tisch zur Lokalanästhesie . .	203
16.	Haltung der Spritze	209
17.	Bildung einer Hautquaddel . .	210
18.	Bildung einer Quaddelreihe . .	211
19.	Injektion ins Unterhautzellgewebe von zwei Einstichpunkten	212
20.	Subkutane Injektion im Winkel	212
21.	Schematischer Querschnitt durch den Vorderarm. Infiltration des Unterhautzellgewebes von vier Einstichpunkten	213
22.	Flächenhafte Infiltration des Unterhautzellgewebes	213
23.	Anästhesierung eines pendulierenden Tumors durch subkutane Injektion	214
24.	Der Hackenbruchsche Rhombus	215
25.	Subkutane Umspritzung eines Operationsfeldes von sechs Einstichpunkten	215
26.	Anästhesierung des Stichkanals für die Punktion von Körperhöhlen	216
27.	Infiltration einer durch den Körper gelegten Ebene . . .	217
28.	Pyramidenförmige Umspritzung des Operationsfeldes	218
29.	Muldenförmige Umspritzung des Operationsfeldes	219
30.	Muldenförmige, einen Knochen einschließende Injektion . . .	220
31.	Durchtrittsstellen der Kopfnerven durch die Faszie . . .	223
32.	Exstirpation eines Atheroms am Schädel	224
33.	Versorgung eines komplizierten Schädelbruches	225
34.	Umspritzung b. Schädelresektion	226
35.	Sarkom des Schädeldachs 1. Umspritzungsfigur	227
36.	Sarkom des Schädeldachs 2. Der exstirpierte Tumor . . .	228
37.	Sarkom des Schädeldachs 3. Der Operierte nach Entfernung des Tumors	229
38.	Sarkom des Schädeldachs 4. Der Kranke nach ausgeführter Faszientransplantation	230
39.	Sarkom des Schädeldachs 5. Der Operierte nach der Heilung . .	231
40.	Ausschneiden eines Hautknochenlappens in der Schläfengegend	232

	Seite
41. Infiltration d. Schläfenmuskels	233
42. Umspritzungsfigur für Kleinhirnoperationen	234
43. Injektionen zur Anästhesierung des Gehörgangs	235
44. Anästhesierung d. Ohrmuschel	235
45. Umspritzung des Operationsfeldes für die Radikaloperation	237
46. Operationsfeld zur Radikaloperation nach der Umspritzung	238
47. Einstichstelle für die Injektion hinter den Gehörgang	238
48. Ausdehnung der Anästhesie nach Unterbrechung der Stirnäste des N. ophthalmicus	240
49. Schema des N. ophthalmicus	241
50. Die mediale und laterale Orbitalinjektion	242
51. Ausdehnung der Hautanästhesie nach beiderseitiger Injektion in das Foramen infraorbitale	243
52. Die Innervation des harten Gaumens	243
53. Anästhesierung der Nasenscheidewand nach Killian	244
54./55. Injektion ans Foramen rotundum vom unteren Rande des Jochbeins	245. 246
56—58. Injektion ans Foramen rotundum durch die Orbita	247. 248
59—61. Injektion a. d. Lingula	249. 250. 251
62. Schädelmessung zur Bestimmung der Lage des Foramen ovale nach Offerhaus	253
63. Zirkel nach Offerhaus	254
64. Nadelführung zur Injektion an das Foramen ovale	255
65—68. Injektion ins Ganglion Gasseri nach Härtel	257. 258. 259. 260
69. Anästhesierung des oberen Augenlids	267
70. Innervation der Gesichts- und Kopfhaut nach Corning	268
71. Anästhesierung der äußeren Nase bei Rhinophyma	269
72. Anästhesierung der Nase und Oberlippe	270
73. Anästhesierung d. äußeren Nase, Oberlippe und Wangengegend	270
74. Injektion zur queren Wangenspaltung	271
75. Ausführung der Injektion in die Unterlippe	272
76. Umspritzungsfiguren an der Unterlippe und Kinngegend	272
77./78. Innervation der Nasenhöhle	273
79. Karzinom der häutigen und knöchernen Nase	275
80. Karzinom der häutigen und knöchernen Nase. Die Kranke nach ausgeführter Operation	275
81. Umspritzungsfigur bei Nasenoperationen	276
82. Umspritzungsfigur bei einseitiger Stirnhöhlenoperation	277
83. Umspritzungsfigur bei doppelseitiger Stirnhöhlenoperation	277
84. Killiansche Operation	278
85. Totale Entfernung der vorderen und unteren Wand bei Stirnhöhlenempyem	279
86. Umspritzungsfigur für die Radikaloperation der Empyeme der Highmorshöhle	280
87. Nadelführung für die Injektion zur Eröffnung der Highmorshöhle von der Fossa canina	281
88. Umspritzungsfigur f. die totale Oberkieferresektion	282
89. Oberkieferresektion mit Erhaltung des Orbitalbodens	283
90. Oberkieferresektion mit Ausräumung der Orbita	284
91. Umspritzungsfigur für kleinere Operationen am Unterkiefer	285
92. Umspritzung bei Unterkieferresektion mit Ausräumung der Halsdrüsen	286
93. Die Innervation der Zähne	291
94./95. Submuköse Injektion bei Zahnextraktionen	293
96. Infiltration des Zungengrundes	298
97. Injektionsstellen zur Tonsillektomie nach Heymann	299

Seite

98. Umspritzung bei medianer Kieferspaltung 299
99. Exzision eines Karzinoms des Zungengrundes und der linken Tonsille 301
100. Die sensible Innervation des Halses 302
101. Die seitliche Querfortsatzlinie am Halse und die beiden in ihr gelegenen Einstichpunkte . 303
102. Umspritzungsfiguren für die totale Drüsenausräumung beiderseits und einseitig . . . 305
103./104. Kranke während großer Halsoperationen in Lokalanästhesie 306
105. Injektion zur Unterbindung der Carotis interna und A. thyreoidea sup. 307
106./107. Strumektomie 308
108. Injektionsschema zur Tracheotomie 309
109. Laryngotomie u. Laryngektomie 311
110. Schema des Verlaufs der Interkostalnerven nach Corning . 314
111. Interkostalnerven und N. sympathicus nach Spalteholz . 316
112. Verlauf der Interkostalnerven nach Spalteholz 317
113. Umspritzung z. Laminektomie 318
114. Schema zur Rippenresektion 319
115. Kranke während einer Empyemoperation in Lokalanästhesie . 320
116. Resektion mehrerer Rippen . 321
117. Anästhesierungsverfahren zur Chondrektomie bei Emphysem 322
118. Kranker während der Resektion des 2.—5. Rippenknorpels wegen Emphysem 323
119. Subkutaner Injektionsstreifen zur Unterbrechung der Interkostalnerven 324
120. Die Punktion des 1. und 2. Interkostalraums 325
121./122. Ausbreitung der Anästhesie nach Unterbrechung von Interkostalnerven . . . 326. 327

Seite

123. Subkutaner Injektionsstreifen zur Unterbrechung der N. N. supraclaviculares 328
124. Exzision eines Mammafibroms. Injektion unter den Tumor . 329
125. Subkutaner Injektionsstreifen zur Mammaamputation . . . 330
126. Gastrostomie und mediane Laparotomie oberhalb des Nabels 335
127. Umspritzung beim Bauchschnitt über dem Nabel . . 336
128. Anästhesierung der Ileozökalgegend 338
129. Die Anästhesierung d. Nabelbrüche 342
130. Querschnitt durch den Nabelbruch, um die Tiefenausdehnung der Injektion zu zeigen 343
131. Schema der Innervation der Leisten- und Schenkelgegend 344
132. Anästhesierung bei freiem Leistenbruch 345
133. Querschnitt durch den Bauch in der Höhe der Spina ilei a. s. 346
134. Nadelführung zur Unterbrechung des N. ileohypogastricus und ileoinguinalis an der Spina ilei 347
135./136. Injektion bei irreponiblem Leistenbruch oder freiem Leistenbruch mit großem Bruchsack 348. 349
137. Anästhesierung beim Schenkelbruch 351
138. Innervation der männlichen Dammgegend nach Toldt . 353
139. Innervation der weiblichen Dammgegend nach Toldt . 354
140. Lage des N. pudendus an der Spina ischiadica 355
141. Nerven des Uterus und der Harnblase nach Corning . 356
142. Nadelführung zur parasakralen Leitungsanästhesie 358
143./144. Injektionstechnik für Nierenoperationen 359

Seite

145. Bauchdeckeninfiltration zur Epizystotomie 362
146. Umspritzung des Penis und Skrotums 363
147. Injektion in den Samenstrang nach Reclus 364
148. Fächerförmige Nadelführung bei Injektion in d. Samenstrang 365
149. Injektion in den Leistenkanal 365
150. Subkutane Injektion an der Rückseite des Skrotums . . 366
151. Injektion zur dorsalen Spaltung der Vorhaut nach Reclus 367
152. Umspritzung der Peniswurzel 368
153. Quere Damminfiltration beim Manne 369
154. Quere Damminfiltration, Nadelführung 370
155./156. Umspritzung eines Tumors der großen Schamlippe . 372
157. Anästhesierung des Scheideneinganges einschließlich der großen Labien 375
158. Injektion f. d. vord. Kolporrhagie 376
159. Zirkuläre Umspritzung des Anus und Mastdarms . . . 380
160. Nadelführung bei der pararektalen Injektion 381
161. Pararektale Injektion unter Leitung des Fingers 382
162. Injektionsverfahren bei einfachen Mastdarmfisteln . . . 383
163. Injektion in die Hüftgelenkpfanne bei Femurluxationen . 387
164. Die sensible Innervation der oberen Extremität 388
165—169. Anästhesierung d. Plexus brachialis 390. 391. 392. 393. 395
170. Anästhesierung eines Fingers nach Oberst 396
171. Subkutane Injektion am Fingergrundglied 397
172. Gabelförmige Injektion am Zeigefingerrücken. Anästhesierung eines Fingers mit Teilen des Handrückens und Handtellers 399

Seite

173. Injektion von einer Interdigitalfalte in den Handteller 400
174. Die Exartikulation des Daumens und Mittelfingers . . 401
175. Querschnitt durch die Mittelhand 402
176. Führung der Hohlnadel durch einen Zwischenknochenraum in den Handteller 403
177. Die Anästhesierung von zwei Fingern mit Teilen des Handtellers 404
178. Anästhesierung eines Teils des Handtellers 404
179. Anästhesierungen der Weichteile des Handrückens . . . 405
180./181. Anästhesie nach Unterbrechung des N. ulnaris . . 406
182. Querschnitt durch den Vorderarm dicht über dem Handgelenk 407
183. Einstichpunkte für den N. medianus und ulnaris 408
184. U-förmige Injektion am Vorderarm 409
185. Hufeisenförmige Umspritzung des Ellenbogens 410
186. Muldenförmige Umspritzung des Schlüsselbeins 412
187. Die sensible Innervation der unteren Extremität 413
188. Querschnitt durch die Kruralgegend (N. femoralis und cutaneus femoris lateralis) . . . 414
189. Injektionsstellen für den N. femoralis und N. cutaneus femoris lateralis 415
190. Hautanästhesie nach Unterbrechung des N. femoralis und cutaneus femoris lateralis . . 416
191. Anästhesierung der großen Zehe nach Oberst 418
192. Exartikulation der großen Zehe. Hallux-valgus-Operationen 418
193. Exartikulation der 3. Zehe . 419
194. Tenotomie der Achillessehne 420

Seite

195—200. Leitungsanästhesien a. Fuß 421
201. Querschnitt durch den Unterschenkel dicht über dem Sprunggelenk 422
202. Injektion bei Hygroma präpatellare 424
203. Querschnitt durch den Oberschenkel oberhalb der Kondylen. Injektionen zur suprakondylären Osteotomie . . . 425
204. Arthrotomie am Kniegelenk. Unterbindung der Vena saphena 426
205. Unterspritzung der Haut des Oberschenkels zur Entnahme von Epithelstreifen 427
206. Umspritzung der Kruralgegend 427
207. Umspritzung zur Penisamputation mit Drüsenausräumung 428

1. Kapitel.

Die Geschichte der Lokalanästhesie bis zur Entdeckung des Kokains.

Neben der antiseptischen beziehungsweise aseptischen Wundbehandlung ist die Möglichkeit, schmerzlos operieren zu können, die wichtigste Vorbedingung für die Entwicklung der modernen Chirurgie gewesen. Die Gefährlichkeit auch des kleinsten chirurgischen Eingriffes und die Qualen, durch welche die Kranken den meist unsicheren Erfolg erkaufen mußten, waren schwere Ketten, welche der chirurgischen Wissenschaft älterer Zeit anhingen. Die Versuche, die Wundbehandlung zu verbessern, waren ein Tappen im Dunkeln, solange nicht die Erkenntnis der Ursachen der Wundinfektionen und der Möglichkeit ihrer Bekämpfung einen sicheren Boden hatte gewinnen lassen. Die Wege, welche zur Erlösung der Kranken von chirurgischen Schmerzen führen konnten, waren weit klarer vorgezeichnet. Der Wunsch, die Schmerzen zu lindern, war so alt wie die Menschheit, seine Erfüllung ließ aber lange auf sich warten. Durch viele Jahrhunderte bestand hier ein unendlicher Kontrast zwischen Wollen und Vollbringen; er drückt sich aus in des großen Hippokrates Ausspruch: „Divinum est opus sedare dolorem“, er wird kenntlich in den unzähligen Irrwegen, welche weiterhin in dem Streben nach dem Ziel eingeschlagen wurden, er äußert sich endlich, noch kurz vor Gewinnung desselben, mehr als zwei Jahrtausende nach Hippokrates, in den resignierten Worten Velpeaus: „Eviter la douleur dans les opérations, est une chimère, qui n'est pas permise de poursuivre.“ Die ältesten schriftlichen Überlieferungen, die wir besitzen, wissen von Erzeugung künstlichen Schlafs zu erzählen: Ägypter und Chinesen, griechische und römische Ärzte, die Medizinmänner afrikanischer Naturvölker (Felkin) kannten die berauschenden Eigenschaften narkotischer Pflanzensäfte und benutzten sie in Form von

Tränken, um die Schmerzen der Kranken bei chirurgischen Eingriffen zu lindern. Auch der Alkohol ist von alters her zu diesem Zweck versucht worden. Schon im Mittelalter aber wurden auch narkotische Inhalationen zur Erzeugung allgemeiner Anästhesie geübt. Schwämme, getränkt mit Saft der wundertätigen Alraunwurzel, des Schierlings, des Bilsenkrauts, des Mohns, sogenannte Schlafschwämme, dienten dazu, um die Dämpfe jener Pflanzensäfte den Kranken zuzuführen und sie in Schlaf zu versetzen. Das war der eine Weg, der zum Ziele führen konnte. Aber die alten Narkotisierungsmethoden waren zu gefährlich, wenn sie ihren Zweck erfüllen, und zu unvollkommen, wenn sie ungefährlich sein sollten. Denn es unterliegt keinem Zweifel, daß man einen Menschen an den Rand des Grabes bringt, den man mit Alkohol, Opium, Cannabis indica usw. so tief betäubt, daß die Sensibilität bis zur Möglichkeit schmerzlosen Operierens erlischt. Auf der anderen Seite hatte man sich überzeugt, daß ein halb betäubter Kranker den chirurgischen Eingriff in seine Gefühlsnerven schlechter ertrug als ein ganz wacher, und daß er dem Vorgehen des Operateurs größeren Widerstand entgegensetzte als dieser. Daher wird der Narkose mit solchen Mitteln bei den Wundärzten am Ausgang des Mittelalters nur noch selten, bei den späteren gar nicht mehr gedacht. Man muß das als einen Fortschritt in der Erkenntnis betrachten. Durch verschiedene, teils phantastische, teils zweckmäßige Vorkehrungen suchte man einstweilen Schmerzen zu verringern oder abzukürzen. Wir hören, daß eingefettete und erwärmte Instrumente beim Durchschneiden der Gewebe weniger Schmerzen erzeugen sollten, ja Instrumenten aus Silber und Gold wurde zeitweilig eine ähnliche Eigenschaft zugeschrieben. Geschicklichkeit und Schnelligkeit des Operateurs konnte die Leiden der Kranken wesentlich abkürzen; das zu ermöglichen, war denn auch ein wesentlicher Punkt bei der Ausbildung der Operationstechnik und bei der Konstruktion des chirurgischen Instrumentariums gewesen. Nicht ohne Interesse endlich ist die Vorschrift Lisfrancs, den ersten Schnitt bei einer Operation womöglich so anzulegen, daß er die das Operationsgebiet versorgenden Nerven durchtrennt. Erst mit der Entdeckung der Wirkungen der modernen Inhalationsanästhetika, des Stickstoffoxyduls, des Äthers, des Chloroforms, des Bromäthyls, beginnt die Geschichte der allgemeinen Anästhesie von neuem, um diesmal alsbald zu einem vorläufigen Abschluß zu gelangen.

Ebenso alt wie die Bestrebungen, zu narkotisieren, sind die Versuche, durch lokalanästhesierend wirkende Mittel chirurgische Schmerzen zu beseitigen. Ägypten soll, nach Angabe der Autoren des Altertums

und Mittelalters, bereits zwei derartige Mittel besessen haben. Das eine, entnommen dem heiligen Tier des Landes, bestand im Fett des Krokodils oder der getrockneten und gepulverten Haut desselben und soll, auf die Haut des Kranken gelegt, Anästhesie erzeugt haben: wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir es einreihen der durch religiöse und mystische Zeremonien unterstützten Suggestivtherapie alter und neuer Zeiten. Das andere, angeblich ägyptische Mittel ist der viel erwähnte Stein von Memphis, der nach Plinius zum Zweck örtlicher Schmerzlosigkeit mit Essig auf der Haut verrieben, im Mittelalter aber fälschlich als allgemeines Anästhetikum angesehen wurde. Wir wissen nach den vorhandenen Quellen nicht, was wir uns unter diesem Stein vorzustellen haben. Littré hat die Vermutung ausgesprochen, es sei eine Marmorart gewesen, die, in der bezeichneten Art angewendet, Kohlensäure entwickelt habe. Dem ist entgegenzuhalten, daß Kohlensäure die Sensibilität der intakten Haut nicht beeinflußt. Husemann hält es im Hinblick auf die auf Hörensagen beruhenden Angaben von Plinius und Dioskorides und bei dem Umstande, daß sich in den bisher publizierten Übersetzungen altägyptischer Arzneibücher nichts darauf Bezügliches nachweisen läßt, für höchst problematisch, ob man im Altertum wirklich einen Lapis memphitis zur örtlichen Anästhesie verwendet hat.

Größere geschichtliche Bedeutung kommt einer schon in alter Zeit erfundenen lokalanästhetischen Methode zu, der Kompression der Nervenstämme. Sie erfüllte ohne Frage bis zu einem gewissen Grade ihren Zweck, und man war tatsächlich mit ihrer Hilfe imstande, bei Operationen an den Extremitäten, besonders bei den fast allein in Frage kommenden Amputationen, den Operationsschmerz selbst wesentlich zu mildern oder aufzuheben, wenn auch nur im Eintausch gegen den Schmerz, den die Kompression an sich verursachen muß. Sie hat daher auch den Strom der Zeiten lange überlebt, sie ist, nachdem alle anderen Anästhesierungsmethoden verlassen und vergessen waren, immer von neuem aufgetaucht, um freilich ebensooft ihrer Nachteile wegen wieder aufgegeben zu werden. Die Beobachtung, daß Kranke mit Neuralgien und anderen schmerzhaften Affektionen instinktiv durch Druck auf den schmerzenden Körperteil ihre Leiden zu lindern suchen, daß ferner an den Extremitäten unbeabsichtigte Drucklähmungen entstehen, und die Erfahrung, daß gelegentlich der ebenfalls schon in alter Zeit ausgeübten Umschnürung der Extremitäten zum Zweck der Blutsparung bei Amputationen lokale Sensibilitätsstörungen auftreten können, mögen die Veranlassung gewesen sein zur methodischen Anwendung des Verfahrens. Nach Corradis Untersuchungen benutzte man schon im klassischen

Altertum die Abschnürung der Extremitäten mit einem Band zu lokalanästhetischen Zwecken. Ebenso bedienten sich die arabischen Ärzte der Abschnürung mittels eines Knebels, nicht bloß um Blut zu sparen, sondern auch um den Schmerz zu lindern. Im 16. Jahrhundert wurde sie von Ambroise Paré zu gleichem Zweck empfohlen. Im 17. Jahrhundert erzählt Schumann von einer lokalen Narkose bei Amputation des Unterschenkels einer Frau im Jahre 1676, bei welcher Gelegenheit er sich in Lobpreisungen der die Blutung sowohl, wie den Schmerz verhindernden Ligatura fortis ergeht. „Während die zuschauenden Medici den bereits abgeschnittenen Fuß betrachteten, und der Wundarzt mit Verbinden beschäftigt war, fragte die Frau: ist der Fuß schon herunter? und freute sich, zu hören, daß alles vorüber sei.“

Van Swieten und Theden zogen eine auf die ganze Oberfläche des Gliedes verteilte Kompression mit Hilfe forcierter Einwicklung vor, Juvet empfahl wieder die zirkumskripte Abschnürung der Extremität oberhalb des Operationsgebietes und hielt dieses Mittel für geeignet, die Sensibilität vollkommen zu unterdrücken. Durch viele Mißerfolge anderer Chirurgen und Äußerungen von autoritativer Seite kam aber die Methode wieder in Mißkredit. Desault sagt, daß sie zu seiner Zeit (also im Anfang des vorigen Jahrhunderts) allgemein gebräuchlich gewesen sei, er verwirft sie aber, weil eine Abschnürung der Extremitäten die Gefahr der Gangrän in sich birgt, wenn sie so fest ausgeübt werde, daß Anästhesie entsteht. 30 Jahre später nahm trotzdem Liégard das Verfahren wieder auf und beschrieb einige Zehenoperationen, die er nach Abschnürung des Unterschenkels über den Knöcheln schmerzlos ausführen konnte. Auch Velpeau empfahl die Methode auf Grund von Erfahrungen, die er gleichfalls bei Operationen an der großen Zehe gemacht hatte. In Deutschland scheint sie sich aber niemals eingebürgert zu haben. In England suchte 1784 J. Moore in anderer Weise die Kompressionslähmung der sensiblen Nerven zu verwerten. Er konstruierte einen Apparat mit zwei Pelotten, von denen die eine den N. ischiadicus, die andere den N. cruralis komprimieren sollte, und beschreibt eine Unterschenkelamputation, die er auf diese Weise schmerzlos habe ausführen können, nachdem der Apparat $1^1/_2$ Stunden lang gelegen hatte. Allerdings hatte der Kranke gleichzeitig 1 Gran Morphium bekommen. Hunter, welcher Zeuge dieser Operation gewesen war, empfahl Moores Verfahren, ebenso B. Bell, der es sogar als das einzige Mittel bezeichnete, das geeignet sei, Operationsschmerzen zu lindern. Andere Chirurgen hatten jedoch keinen Erfolg damit. Als Malgaigne versuchte, ein Brisement forcé des Knie-

gelenkes mit Hilfe des Mooreschen Apparates auszuführen, mußte er die Operation unterbrechen, weil er keine Anästhesie erzielen konnte. Die Mängel des Apparates bestanden darin, daß er heftige Schmerzen und eine hochgradige venöse Stauung in der betreffenden Extremität verursachte. Eine ausreichende Kompression des N. cruralis dürfte wohl auch aus anatomischen Gründen unmöglich gewesen sein. Deshalb wurde Moores Verfahren bald wieder vergessen, beziehungsweise durch die einfache Abschnürung des Gliedes ersetzt. Zu Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde die Kompressions- oder Umschnürungsanästhesie im Anschluß an die Einführung der Esmarchschen Blutleere von den Chirurgen aller Länder von neuem theoretisch und praktisch untersucht und ist endlich auch in der neuesten Zeit wieder empfohlen worden.

Viel später wie die Kompression ist ein anderes, ebenfalls auf physikalischem Wege örtliche Schmerzlosigkeit erzeugendes Mittel, die Kälte, zu chirurgischen Zwecken verwendet worden. Ihrer wird zuerst um die Mitte des 16. Jahrhunderts von Thomas Bartholinus gedacht, der durch seinen Lehrer, den Neapolitaner Anatomen und Chirurgen Marco Aurelio Severino, ihre schmerzstillende Wirkung kennen gelernt hatte*).

Seine Mitteilung ist später vergessen worden, und es vergingen drei Jahrhunderte, bis man die Abkühlung der Gewebe zu chirurgischen Zwecken brauchen lernte, obwohl wiederholt darauf bezügliche Beobachtungen gemacht worden sind. J. Hunter fand bei Tierversuchen, daß Kaninchenohren insensibel wurden, wenn er sie eine Zeitlang mit einer Kältemischung umgeben hatte. Larrey, der Chefarzt der napoleonischen Armee, erzählt, daß bei den Verwundeten, die er in der Schlacht bei Eylau (7.—8. Februar 1807) bei einer Temperatur von — 19° amputieren mußte, die Sensibilität an den Extremitäten völlig aufgehoben war. Auch ein anderer französischer Militärarzt, Moricheau-Beaupré, der den russischen Feldzug Napoleons mitgemacht hatte, gedenkt der sedativen Wirkungen der Kälte, erwähnt aber keinen speziellen Fall, wo sie als Anästhetikum gebraucht worden wäre. Erst

*) Thomas Bartholinus sagt: Antiquam cauterio ulcera in membris excitentur, nix affricata induit stuporem. Id me docuit Marcus Aurelius Severinus in Gymnasio Neapolitano olim praeceptor meus et hospes, Chirurgorum hoc saeculo princeps. Rectissime autem nivem in vasculum materiae convenientis capax, sed oblonga ad extremum et myrtiformi specie, conjectam, sine rei ullius interventu applicavit. A gangraenae metu securos non jussit, medicamento sub angustis parallelis lineis applicato, sensu vero post horae quadrantem sopito, secare locum indolentem licebit. (Zitiert nach Kappeler.)

durch Arnott (1848), Guérard, Richet (1854), besonders aber durch Richardson (1866) wurde die Abkühlung der Gewebe als Anästhesierungsmethode eingeführt und gilt noch heute als brauchbar für eine kleine Zahl chirurgischer Operationen und als Unterstützungsmittel bei anderen Anästhesierungsverfahren.

Wiederum in die ältesten Zeiten werden wir zurückgeführt, wenn wir den Versuchen nachgehen, die gemacht wurden, um durch chemisch wirkende Agentien, Arzneimittel, besonders Pflanzenmittel, örtliche Schmerzlosigkeit hervorzurufen. Am Schluß des 11. Gesanges der Ilias wird erzählt, wie Patroklus dem verwundeten Euripiles einen Pfeil aus der Lende schneidet, dann heißt es:

. . . „Auch rein mit laulichem Wasser“
„Wusch er das schwärzliche Blut; dann streut er bittre Wurzel“
„Drauf, mit den Händen zermalmt, die lindernde, welche die Schmerzen“
„Alle bezwang; und es stockte das Blut in erharschender Wunde.“

Die bis in die neueste Zeit zu verfolgende Idee, daß schlafmachende Mittel am Ort ihrer Applikation ihre eigenartige Wirkung ebenfalls entfalten müßten, hat überall den Anstoß zu lokalanästhetischen Versuchen gegeben. Mandragora, Hyoszyamus, Akonit, Mohnsaft und indischer Hanf wurden allenthalben im Altertum, bei den Hindus und Ägyptern, bei den Griechen und Römern zur Herstellung von schmerzlindernden Umschlägen, Pflastern, Elektuarien, Salben, Waschungen usw. benutzt, noch mehr vielleicht von Quacksalbern und Zauberern wie von Ärzten, und wohl weniger zur Prophylaxe gegen operative Schmerzen als zur Beseitigung bestehender schmerzhafter Leiden. Die altägyptische Medizin kannte (nach Prosper Alpin) dagegen Moxen aus betäubenden Stoffen zur Hervorrufung lokaler Anästhesie für chirurgische Zwecke. Es ist das nicht ohne Interesse, weil (nach Porter Smith) die Chinesen noch in neuerer Zeit, auch nachdem sie das Chloroform kennen und anzuwenden gelernt hatten, sich der im Pen-t'san-Kang-muh von Li-shi-chin (1597), d. i. ihrer ältesten Materia medica, vorgeschriebenen Moxen aus Datura tatula, Canabis indica, Atropa Mandragora, namentlich aber der Artemisia moxa zur lokalen Anästhesie bedient haben. Die Blätter der Artemisia moxa wurden mit Kalmusblättern zu Ballen geformt, auf die schmerzhafte Stelle oder da, wo eine Operation vorgenommen werden sollte, aufgelegt und angebrannt. Diese Artemisia wurde von den Chinesen so geschätzt, daß die von ihnen unterworfenen Völkerstämme, wie die Südasiaten in Borneo, ihren Tribut in Artemisia-Camphor zahlen mußten. (Nach Köhler.)

Im Mittelalter begegnen wir der lokalen Anwendung narkotischer Mittel zur Schmerzlinderung bei Operationen zuerst wieder in derselben Salernitaner medizinischen Schule, welche auch zuerst narkotische Inhalationen zu gleichem Zweck verwendet hat. Ein Mitglied dieser Schule, der als Lehrer des Ägidius von Corbeil bekannte Magister Salernitanus, gibt um die Mitte des 12. Jahrhunderts an, daß durch Kataplasmen von Mohn, Bilsenkraut und Alraunwurzel, wenn man sie auf die Haut der zu operierenden Stelle lege, die Sensibilität daselbst völlig aufgehoben werde*).

Es ist schwer zu glauben, daß auf solche Weise wirklich zur Erzielung einer brauchbaren Anästhesie genügende Mengen dieser Substanzen durch die unverletzte Haut hätten aufgenommen werden sollen. Das Verfahren hat auch ebensowenig wie die ältesten Anästhesierungsmethoden jemals allgemeine Verbreitung gefunden. Aus neuerer Zeit (1850) haben wir nur einen Zeugen, der etwas Ähnliches versucht hat, Bouisson. Er erzählt, daß er eine Operation wegen Unguis incarnatus schmerzlos ausführen konnte, nachdem mehrere Tage lang die Zehe mit opiumhaltigen Umschlägen bedeckt worden war. Die gleiche Vorstellung, daß Mittel, die künstlichen Schlaf hervorzurufen geeignet sind, auch zur Lokalanästhesie, auf die Haut appliziert, brauchbar sein müßten, tauchte wieder auf nach Einführung der Äther- und Chloroformnarkose und fand ihren schärfsten Ausdruck in der Meinung Richardsons, der allgemeine und lokale Anästhesie für identische Prozesse, hervorgerufen durch Wasserentziehung der Gewebe, erklärte, und in dem Ausspruch Arans: „Que toutes les substances volatiles, auxquelles on a reconnu jusqu'à ce jour des propriétés anesthésiques générales, possèdent également des propriétés anesthésiques locales, ou en application intérieur, ou sur la peau."

In der Tat schienen ja auch für die flüchtigen Inhalationsanästhetika die Verhältnisse günstiger zu liegen, weil sie, wie Parisot vom Chloroform zeigte, die Haut verhältnismäßig leicht zu durchdringen vermögen. Die Richtigkeit dieser Vorstellung hat sich jedoch nur in sehr beschränktem Maße bestätigt. Einige dieser Substanzen erzeugen zwar, wenn man sie in gasförmigem oder flüssigem Zustande auf die Haut einwirken läßt, nach mehr oder weniger heftigem Reiz und nach mehr oder weniger intensiver Gewebsschädigung oberflächliche und flüchtige

*) De Renzi. Coll. Salernit., zitiert nach Husemann: Est quoque notandum, quod papaver, jusquiamus, mandragora plurimum somnum provocant, unde pro sua nimia humiditate, si ex his fiat cataplasma et ponatur loco de quo debet fieri incisio, vel cyrurgia, omninò removebit sensibilitatem.

Gefühlsstörungen, auch dann, wenn der Einfluß der Verdunstungskälte hierbei vermieden wird. Simpson, Nunneley, Aran, später Kappeler überzeugten sich von der Wirksamkeit des Chloroforms in dieser Richtung, aber auch von seiner intensiven Reizwirkung. Die ausführlichen Untersuchungen, welche Wittmeyer anstellte, hatten namentlich in betreff des auch schon von Wutzer, Aran und Nunneley geprüften Liquor Hollandicus (Äthylenchlorid) und Aether hydrochloricus chloratus (ein Gemenge von Tri- und Tetrachloräthylchlorid) positive Ergebnisse. Andere Inhalationsanästhetika aber, wie Aether sulfuricus und Amylen, blieben bei der Applikation auf die Haut unwirksam. Spätere Untersucher, wie Corning, konnten übrigens durch Chloroform lokale Anästhesie überhaupt nicht hervorrufen, und Bumm fand bei der Nachprüfung der von Wittmeyer empfohlenen Präparate, daß sie zwar einen sehr kurze Zeit dauernden Nachlaß der Schmerzempfindung bewirken, daß aber diese unvollkommene und sehr rasch verschwindende Anästhesie nicht genügt, um auch noch so oberflächliche und kurz dauernde Eingriffe auszuführen. Praktisch brauchbare Resultate haben also die geschilderten Versuche niemals gezeitigt, sie haben für uns das gleiche historische Interesse wie die Kataplasmen des Magister Salernitanus.

Ähnlich sind einige andere Mittel und Verfahren, zum Teil kurioser Art, zu beurteilen. Ihre Verwendung und Empfehlung entsprang dem lebhaften Wunsch nach einer brauchbaren lokalanästhetischen Methode, ihr Nutzen aber wurde gewöhnlich nur von ihrem Erfinder nicht angezweifelt. Einige derselben sollen der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden. Von der Blausäure sagen Simpson und Nunneley, daß sie das beste lokale Anästhetikum sei, und viele andere schlossen sich dieser Meinung an, trotzdem noch niemand durch ein Experiment die Richtigkeit derselben konstatiert hatte. Simpson versuchte dies zu tun, indem er einen Finger in ein mit Blausäure gefülltes Glas steckte, wurde aber durch das Auftreten allgemeiner beunruhigender Erscheinungen genötigt, das Experiment zu unterbrechen.

Auch mit der Kohlensäure ist sehr viel experimentiert worden. Daß sie unter Umständen lokalanästhetische Wirkungen entfalten kann, wurde von Percival 1772 entdeckt; er empfahl, ebenso wie später Ewart u. a., sie in Form von Gasduschen bei schmerzhaften Geschwüren zu verwenden. 1774 zeigten Ingenhous und Beddoes experimentell den sedativen Einfluß der Kohlensäure auf Teile der Haut, die künstlich von der Epidermis entblößt worden waren. Broca und Skinner versuchten sie mit Erfolg bei schmerzhaften Blasenleiden,

Simpson, Follin, Scanzoni, Maisonneuve, Monod und Demarquay bei Krankheiten der weiblichen Genitalien und verschiedenen anderen chirurgischen Leiden. Alle Beobachter stimmen darin überein, daß sie, auf die intakte Haut appliziert, keine anästhetische Wirkung ausübt, zur Schmerzstillung bei Operationen ist sie daher auch nur selten benutzt worden.

Als Kuriosum möge hier eingeschaltet werden, daß Guérin vorschlug, ringsum das Operationsgebiet, um dasselbe insensibel zu machen, einen schmalen Hautstreifen mit Wiener Ätzpaste zu verschorfen; er hat auf diese Weise eine Mammaamputation, angeblich schmerzlos, ausgeführt und empfiehlt die Methode zur Nachahmung. Das Bemerkenswerteste an dieser Mitteilung ist, daß sie nicht aus dem Mittelalter, sondern aus dem Jahr 1883 stammt.

Die Ergebnisse, welche die einfache Oberflächenapplikation von gasförmigen und flüchtigen Mitteln für die Anästhesierung der Haut bis dahin geliefert hatte, waren somit höchst mangelhaft und praktisch nicht verwertbar. Daher kam Richardson auf den Gedanken, das Eindringen solcher Substanzen, denen man lokalanästhesierende Fähigkeiten zuschrieb, in die Haut mit Hilfe des elektrischen Stromes zu beschleunigen. Kurz sei hierbei des Umstandes gedacht, daß eine Zeitlang auch der galvanische und faradische Strom allein als Lokalanästhetikum gegolten hat. Auf Empfehlung des Zahnarztes Francis in Philadelphia haben Rottenstein, Suerssen und viele andere Versuche unternommen, den elektrischen Strom zur Anästhesierung bei Zahnextraktionen zu verwenden. Foussagrives, Bygrave, Friedrich und Knorr bedienten sich seiner zu gleichem Zweck bei anderen kleineren Operationen. Die Erfolge des Verfahrens werden, zum Teil sogar enthusiastisch, gerühmt, obwohl eine Nachprüfung durch Nußbaum, von Bruns, Bumm u. a. seine völlige Zwecklosigkeit erwiesen hat. Es steht heute außer Zweifel, daß weder der induzierte, noch der konstante Strom eine lokalanästhesierende Wirkung ausübt, die zur schmerzlosen Ausführung der kleinsten chirurgischen Operation ausreicht. Bumm sagt hierzu: „Diese so widersprechenden Angaben der einzelnen Autoren würden unerklärlich erscheinen, wenn man sich den Umstand nicht vor Augen hielte, daß einerseits Selbsttäuschungen der Operateure nicht selten, andererseits die Angaben so vieler Kranken über subjektive Empfindungen ungenau, ja häufig unwahr sind.“ Das ist vollkommen richtig, überall in der Geschichte der Lokalanästhesie spielt die Suggestion und Autosuggestion eine sehr große Rolle, keine noch so unvollkommene lokalanästhetische Methode hat es gegeben,

welche nicht ihre Anhänger gefunden hätte. Dieses Umstandes sich zu erinnern, wird auch heute noch gelegentlich am Platze sein.

Richardsons „Voltaic narkotism" bestand darin, daß er die positive Schwammelektrode einer Voltaschen Säule mit Tinct. aconit., Extract. aconit. und Chloroform tränkte und auf die Haut aufsetzte. Er ging von der Idee aus, die Zirkulation des zu anästhesierenden Körperteils durch den galvanischen Reiz zu beschleunigen, dadurch geeigneter für die Aufnahme der narkotischen Substanzen und so insensibel zu machen. Aus den Kontrollversuchen Wallers ergab sich jedoch, daß die geringe, auf diese Weise hervorzurufende, natürlich auch mit starker Reizung verbundene, Insensibilität der Haut lediglich Wirkung der narkotischen Substanz war und in keiner Weise durch den galvanischen Strom beeinflußt wurde. Viel später (1886) hat noch einmal Adamkiewicz versucht, die Aufnahme von Chloroform durch die Haut mit Hilfe der kataphorischen Wirkung des elektrischen Stromes zu beschleunigen. Wiederum aber wurde von Paschkis und Wagner, nachher von J. Hoffmann zur Evidenz nachgewiesen, daß eine nennenswerte Kataphorese des den elektrischen Strom nicht leitenden Chloroforms auf diese Weise nicht zustande kommt. Über die neueren und etwas erfolgreicheren Bestrebungen, die Kataphorese zur Lokalanästhesie zu verwerten, siehe 9. Kapitel.

Die Anästhesierung der Schleimhäute durch örtliche Applikation von Arzneimitteln scheint in der älteren Medizin wenig oder gar nicht geübt worden zu sein, obwohl ja hier ihrer leichteren Durchlässigkeit wegen mehr hätte erwartet werden dürfen, wie von der Anästhesierung der intakten Haut auf dem gleichen Wege. Die vorhin erwähnte Verwendung der Kohlensäure zu lokalanästhetischen Zwecken betrifft zum Teil die Schleimhäute des Mundes, des Rachens, der Blase und der weiblichen Genitalien. Auch in neuerer Zeit wies Brown-Séquard darauf hin, daß durch einen starken Kohlensäurestrom, den man einige Minuten in die hinteren Teile des Mundes streichen läßt, der Kehlkopf völlig unempfindlich gemacht werden kann, und Gellé gebrauchte mit Erfolg einen in den äußeren Gehörgang geleiteten Kohlensäurestrom zur Beruhigung heftiger otalgischer Schmerzen. Hier und da wurden auch Äther- und Chloroformdämpfe zur örtlichen Anästhesierung der Schleimhäute versucht. Weitere Verbreitung haben diese Methoden niemals gefunden. Die Entdeckung des Kehlkopfspiegels im Jahre 1857 und der damit verbundene Aufschwung der Laryngologie machte den Wunsch nach einem die Schleimhaut des Kehlkopfes anästhesierenden Mittel zu einem ganz besonders dringenden. Im Jahre 1862 gesteht

Lewin, daß es ein Mittel zur lokalen Kehlkopfanästhesie nicht gibt. Die in dieser Hinsicht dem Bromkali von Huette und Czermak zugeschriebenen Eigenschaften konnten andere (Lewin, Scheff) nicht finden. Ebensowenig haben sich die von Türck, Bruns und Schroetter, später von Scheff empfohlenen Pinselungen der Kehlkopfschleimhaut mit Chloroform, konzentrierten Morphiumlösungen und verschiedenen Zusätzen (Essigsäure, Alkohol) bewährt. Sie führten nur in einer kleinen Anzahl von Fällen eine Toleranz der Kehlkopfschleimhaut herbei und waren nicht ungefährlich wegen der starken Reizwirkungen des Chloroforms und der Gefahr einer Morphiumvergiftung. Es mußten nämlich, um Erfolg zu haben, große Mengen von Morphium (nach Harris 0,6 Gran) verbraucht werden. Schroetter selbst hat zu Beginn seiner Versuche in dieser Richtung einen Todesfall an Morphiumvergiftung erlebt. Auch von Scheff wird das Verfahren Schroetters (wiederholte Pinselungen des Kehlkopfes mit Chloroform und starken Morphiumlösungen) als nicht ganz ungefährlich bezeichnet. Tobold hat bei Anwendung der ähnlichen Methode Türcks nie befriedigende Erfolge gesehen. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir die Allgemeinwirkung des Morphiums für den wesentlichen Faktor dieser Methode halten, da, wo sie die gewünschte Unempfindlichkeit des Kehlkopfes hervorgerufen hat. Sie ist obsolet geworden, nachdem schon von Zawerthal auf Grund ausgedehnter experimenteller Untersuchungen an Hunden und klinischer Erfahrungen am Menschen die lokale Anästhesierung des Kehlkopfes durch Chloroform und Morphium verworfen worden war.

Eine für unser Thema historisch wichtige Tatsache ist die Erfindung der hypodermatischen Injektion mittels durchbohrter Hohlnadeln durch Alexander Wood in Edinbourgh (1853). Seine Entdeckung gewann zunächst freilich ihre große Bedeutung als ein Mittel, Medikamente in den Kreislauf überzuführen. Es war damit aber auch eine neue Methode gegeben, welche erlaubte, chemisch oder auch physikalisch different wirkende Flüssigkeiten und Lösungen von Arzneimitteln mit den nervösen Bestandteilen der Gewebe an Ort und Stelle der Injektion in einen viel näheren Kontakt zu bringen, als das bis dahin möglich war. Und Wood selbst ging unmittelbar von diesem Gedanken aus. Er benutzte für seine ersten Injektionen Morphiumlösungen und Opiumtinktur und spritzte sie in die Nähe von Nervenstämmen, um die von ihm vermuteten lokalanästhesierenden Eigenschaften dieser Mittel bei der Behandlung von Neuralgien zu versuchen. Daß er gerade Morphium und Opium anwandte, entsprang wiederum lediglich der

Idee, daß schlafmachende Medikamente auch am Ort der Injektion ihre Wirkung äußern müßten. Die Injektion von Morphiumlösungen zur Erzielung örtlicher Schmerzlosigkeit bei kleinen Operationen ist in den folgenden Jahren einigemal mit teilweisem Erfolg geübt worden, z. B. zur Extraktion eines Zehennagels, zur Kauterisation von Wunden und Geschwüren. In einigen Fällen ist der Erfolg ohne Frage auch hier durch die Allgemeinwirkung des Morphiums bedingt worden; so in einem Fall von Jarotzky und Zülzer, wo eine Frickesche Heftpflastereinwicklung des Hodens nach Injektion von 0,03 g Morphium an der Basis des Skrotums, und in dem Fall von Walker, wo nach Injektion von 1 Gran (0,06!) Morphium die Taxis einer eingeklemmten Hernie schmerzlos vonstatten ging. Eulenburg injizierte jederseits in die Gegend der Durchtrittsstelle des N. laryngeus superior durch die Membrana hyothyreoidea $^1/_8$ Gran (zusammen also 0,015) Morphium und erhielt auf diese Weise eine sehr vollkommene Anästhesie des Kehlkopfes. Viel später (1880) ist das gleiche Verfahren noch einmal von Roßbach beschrieben worden. Bei Nachprüfungen desselben sind aber die Erfolge ausgeblieben. Tobold (nach Eulenburg) fand, daß zwar die Empfindlichkeit der oberen Kehlkopfpartie nach der Einspritzung etwas herabgesetzt sei, eine für Operationen genügende Anästhesierung des Kehlkopfes jedoch auch durch dieses Verfahren nicht herbeigeführt werde. Auch Chloroforminjektionen wurden zu lokalanästhetischen Zwecken von Ch. Hunter gemacht, aber ihrer enormen, jeden Operationsschmerz übertreffenden Schmerzhaftigkeit wegen wieder aufgegeben. Pelikan und Köhler, letzterer allerdings mit großer Reserve, empfahlen das Glykosid Saponin, subkutan injiziert, als Lokalanästhetikum. Heftige Reizwirkungen, mangelhafte Anästhesie und zum Teil schwere Allgemeinerscheinungen, wie sie von Eulenburg, Keppler und Kappeler bei der Injektion des Mittels beobachtet wurden, verboten indessen seine weitere Anwendung. Versuche, physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten, deren Temperatur, ihre quellende und wasserentziehende Wirkung auf die Gewebe mit Hilfe von Injektionen in dieselben zur Beeinflussung der Sensibilität zu benutzen, gehören der neueren Zeit an und werden später besprochen werden.

Man erkennt aus der vorstehenden historischen Übersicht, wie groß das Bestreben nach einer brauchbaren lokalen Anästhesierungsmethode zu allen Zeiten gewesen ist. Nach der Einführung der Inhalationsnarkose wurde dasselbe nicht geringer, sondern intensiver. Vorher wußten es weder der Arzt noch der Kranke anders, als daß im allgemeinen chirur-

gische Operationen auch notwendig mit Schmerz verbunden waren. Jetzt lag die Sache ganz anders, schmerzhafte Operationen wurden in Narkose gemacht, die Kranken verlangten, schmerzlos operiert zu werden, die Narkose war aber, zumal in der ersten Zeit ihrer Anwendung, nicht ungefährlich. Um so mehr lag der Wunsch nahe, das erstrebte Ziel, Schmerzlosigkeit bei Operationen, zum zweiten Male und in einer weniger eingreifenden Methode zu gewinnen. Die Anläufe hierzu führten uns in die ältesten Zeiten der Geschichte zurück, die Wege, auf denen das Ziel erreicht werden kann, waren längst angedeutet oder vorgezeichnet. In jeder denkbaren Weise, durch physikalisch oder chemisch wirksame Faktoren, war versucht worden, die sensiblen Nervenstämme oder Nervenendigungen zu beeinflussen, sie zu lähmen und auf diese Weise lokale Anästhesie zu erzeugen. Die Kälte, die Kompression, Arzneimittel aller Art wurden verwendet. Letztere wurden auf Haut und Schleimhaut appliziert; ihr Eindringen in die Gewebe wurde durch den elektrischen Strom unterstützt, sie wurden in die Gewebe injiziert. Trotzdem hat sich aus der älteren Medizin eigentlich nur die Anästhesierung durch Kälte in die Neuzeit hinüber gerettet, während für den Erfolg der Versuche einer chemischen Anästhesierung das Punctum saliens, ein intensiv örtlich wirksames Mittel, fehlte. Erst mit der Entdeckung solcher Mittel gewannen jene Versuche greifbare Gestalt. Die neue Zeit beginnt daher erst eigentlich im Jahre 1884 mit der Einführung des Kokains, eines Mittels, das in seinen pharmakologischen Eigenschaften von allen bis dahin bekannten Substanzen abweicht. Die Geschichte der Lokalanästhesie ist von nun ab für längere Zeit identisch mit der der Kokainanästhesie und wird an anderer Stelle abgehandelt werden.

2. Kapitel.

Sensibilität und Schmerz. Anästhesie und Anästhesierungsmethoden.

Sensibilität nennen wir die Fähigkeit des lebenden Körpers, auf Reize, die seine nervösen Elemente treffen, zu reagieren und sie zu Reflexen oder zu Wahrnehmungen, Empfindungen, Vorstellungen zu verarbeiten. Auge und Ohr, Geruch- und Geschmacksinn, Drucksinn, Temperatursinn, Muskelsinn und die sogenannten Gemeingefühle, von

denen uns hier in erster Linie der Schmerz interessiert, unterrichten uns von dem Zustand der uns umgebenden Welt und von der Beschaffenheit unseres eigenen Körpers.

Der Schmerz wird von den Menschen gefürchtet, und der Arzt strebt danach, ihn zu lindern. Aber andererseits stellt er sich als eine segensreiche, der Erhaltung der Art und des Individuums dienende Einrichtung dar, da er dem Menschen von krankhaften Zuständen seines Körpers Kunde gibt. „Der traumatische Schmerz bringt uns zur Kenntnis, daß uns von außen eine Gefahr droht, welcher wir uns noch entziehen können, oder daß bereits eine Schädigung des Körpers stattgefunden hat, welche unserer Fürsorge bedarf, um weitere schlimme Folgen abzuwenden. Der Schmerz tritt als Warner auf, wenn wir uns unter schädlichen Lebensbedingungen befinden, deren weiteres Einwirken zu Gesundheitsstörungen führen würde. Der Schmerz stellt sich vor oder bei dem Ausbruch von Krankheiten ein und mahnt den Menschen daran, daß sein Körper sich in krankhafter Verfassung befindet und der Pflege bedarf. Der Schmerz, welcher durch körperliche und geistige Ermüdung erzeugt wird, nötigt uns Ruhe und Erholung auf. Der symptomatische Organschmerz, welcher von dem erkrankten Körperteil ausgeht, fordert den Kranken gebieterisch auf, das erkrankte Organ zu schonen. Der Schmerz ist der mächtigste Helfer des Arztes: seinen Weisungen folgt der Kranke in blindem Gehorsam, und er nimmt uns Ärzten manche Verordnung, manche Lebens- und Verhaltungsregel ab. Durch den Schmerz gebietet die Natur auch dem Lebhaftesten Ruhe, zwingt dem Tätigsten Schonung auf, nötigt den Eigensinnigsten zur Fügung unter die dem erkrankten Körper angemessenen Lebensbedingungen. Der Schmerz ist ein hartes, aber nützliches Gesetz der Natur. Allein wie jedes Naturgesetz ist er in seiner Konsequenz unbeugsam, in seiner Rücksichtslosigkeit blind und daher brutal und grausam. Er erscheint nicht bloß als wohltätiger Warner, sondern auch als nutzloser Quäler. Auch bei unheilbaren Krankheiten, auch bei Leiden, bei welchen das Bewußtsein des Krankseins dem Menschen doch nichts nützt, weil niemand die Krankheit beeinflussen kann, erscheint der Schmerz und vernichtet schonungslos den Lebensgenuß, ohne irgend einen körperlichen Vorteil dafür als Entgelt zu bieten.“ (Goldscheider.) Er fehlt oft gerade bei den gefährlichsten Krankheiten und wiegt die Kranken in Sicherheit. Er fehlt dann nicht und muß künstlich aufgehoben werden, wenn der Kranke sich einer sein Leben rettenden Operation zu unterziehen hat. „So ist es doch recht, daß wir Ärzte ihn, unseren Bundesgenossen, be-

kämpfen. Daß wir ihn nicht aus der Welt schaffen, dafür ist gesorgt. Und wir können und wollen ihn auch nicht missen. Denn nicht bloß als Mahner im Kampf gegen die feindlichen Mächte der Materie bedürfen wir seiner, sondern auch als Wecker ethischer Regungen: in der Erinnerung eigenen Schmerzes, sei es körperlichen, sei es seelischen, wurzelt zum großen Teil Mitleid und hilfreiche Menschenliebe." (Goldscheider.)

Die Schmerzempfindung ist, gleich jeder anderen Sinnesempfindung, an die Funktion der Großhirnrinde gebunden. Nach Flechsig endigen die schmerzleitenden Fasern in der zum Teil mit der motorischen Rindenregion zusammenfallenden „Körperfühlsphäre". Bei Unterbrechung der von dieser Rindenregion ausgehenden Stabkranzfaserung in der Gegend zwischen hinterem und vorderem Ende des Thalamus tritt in der Regel komplette Anästhesie der anderen Körperhälfte ein (Türcksche Hemianästhesie). Bemerkenswert ist die Ansicht Flechsigs, daß die Schmerzempfindungen an eine andere Region der Körperfühlsphäre gebunden sind als die Tastempfindungen, wahrscheinlich an den Gyrus fornicatus. Die die Schmerzempfindung auslösende Erregung wird dem Hirn zugeführt durch die peripheren sensiblen Hirn- und Rückenmarksnerven. Innerhalb des Rückenmarks kommt nach allgemeiner Anschauung für die Entstehung des Schmerzes ausschließlich die Leitung durch die graue Substanz in Betracht. Daß das sympathische Nervensystem überhaupt zur Aufnahme und Weiterleitung Schmerz auslösender Reize befähigt ist, ist sehr unwahrscheinlich.

Ein geeigneter (mechanischer, chemischer, thermischer, elektrischer) Reiz kann Schmerz erregen, sowohl wenn er die in den Organen gelegenen Endorgane, als wenn er die zur Weiterleitung der Erregung bestimmten sensiblen Leitungsbahnen trifft. Die Schmerzempfindlichkeit, d. h. Reizbarkeit, der ersteren scheint eine erheblich größere zu sein, als die der letzteren. Das Gehirn dagegen ist, wie die Beobachtungen der Chirurgen zeigen, wenigstens an der konvexen Seite gänzlich unempfindlich gegen die gewöhnlichen, Schmerz- oder Druckempfindungen auslösenden Reize. Ein Unterschied gegenüber anderen Sinnesempfindungen ist hierin wohl kaum zu erblicken. Denn daß durch direkte Reizung gewisser Hirnteile etwa Licht- oder Gehörseindrücke entstehen können, ist sehr unwahrscheinlich. Hierzu gehört vielmehr stets eine durch äußere Sinnesorgane geleistete Umformung der Reizenergie. Auch klinische Erfahrungen sprechen eher gegen als für die Existenz einer Schmerzempfindlichkeit, sowohl des Gehirns als auch des Rückenmarks.

Die in der Großhirnrinde zustande gekommene Schmerzempfindung wird nach Teilen des Körpers, welche außerhalb des Gehirns liegen, projiziert, desgleichen wird bei Reizung eines sensiblen Nervenstammes der entstehende Schmerz in dessen Innervationsgebiet verlegt. Sticht man eine feine Nadel in den Stamm des N. ulnaris am Ellbogen, so empfindet man im vierten und fünften Finger Parästhesien, welche als Erregung der Druck- und Temperaturnerven aufgefaßt werden können, und Schmerz. Ein zweiter Schmerz wird allerdings auch an der Reizungsstelle gefühlt. Da die Nervenfaser keine „Lokalzeichen" für Punkte ihrer Kontinuität besitzt, so muß angenommen werden, daß die Nervi nervorum den auf den Reizort bezogenen Schmerz vermitteln (Goldscheider). Die Lokalisation der Schmerzempfindung ist übrigens bekanntlich häufig sehr ungenau und gibt zu Täuschungen aller Art leicht Veranlassung. Der an einer bestimmten Körperstelle, in einem Organ gefühlte Schmerz kann also einem an Ort und Stelle, oder auf die zugehörige Leitungsbahn, oder auf das Gehirn einwirkenden Reiz sein Dasein verdanken. Denn wenn das Gehirn anscheinend auch nicht durch die gewöhnlichen, uns bekannten Reize direkt zu Schmerzempfindungen veranlaßt werden kann, so sind wir doch nicht im Zweifel darüber, daß viele Schmerzen nicht peripheren, sondern zentralen, kortikalen Ursprungs sind.

Unentschieden ist es bisher, ob der Schmerz eine besondere spezifische Sinnesenergie darstellt und in besonderen Leitungsbahnen mit spezifischen Endorganen verläuft. Die am meisten verbreitete Anschauung ist diejenige Goldscheiders. Nach ihr wird der Schmerz hervorgerufen durch eine übermaximale Erregung der gewöhnlichen zentripetalen Drucksinn- und Gemeingefühlsnerven. Schmerz- und Druckempfindung stellen also nicht verschiedene Modalitäten, sondern nur verschiedene Qualitäten der Empfindung dar. Bei schwachem Reiz entsteht eine Druck- oder Tastempfindung, bei Überschreitung einer gewissen Reizstärke, neben oder anstatt der spezifischen Empfindung, Schmerz. Demgegenüber ist von Frey sehr entschieden für die Existenz besonderer Schmerznerven eingetreten, als deren Endorgane in der Haut er die intraepithelialen, freien Nervenenden auffaßt. Beide Anschauungen werden durch tatsächliche Beobachtungen und scharfsinnige Schlüsse von ihren Urhebern gestützt. Sie gegeneinander abzuwägen, ist hier nicht der Ort. Mir will es jedoch scheinen, als ob gewisse klinische Erfahrungen, wo eine isolierte Lähmung des Tastsinns oder der Schmerzempfindung bei Erkrankungen des Gehirns oder Rückenmarks beobachtet wurde, sehr schwer zu erklären seien, wenn

man nicht getrennte Leitungsbahnen für beide annimmt, und daß unter diesen Umständen auch zu vermuten ist, daß sie voneinander getrennte Endorgane besitzen müssen.

Eine besonders hochgradige Empfindlichkeit schmerzhaften Reizen gegenüber nennt man Hyperalgesie, eine Herabsetzung des Schmerzgefühls Hypalgesie. Über- und Unterempfindlichkeit sind sehr oft zentralen, psychischen Ursprungs, gehören der Vorstellung an. Die Schmerzempfindlichkeit ist individuell ganz außerordentlich verschieden und wird von sehr zahlreichen Umständen in fast unübersehbarem Wechsel beeinflußt. Erziehung, Charakter und Intelligenz des Individuums, seine ganze ihm gewohnte Vorstellungswelt, Nationalität, Alter und Geschlecht, sein körperlicher Allgemeinzustand, bestimmen sein Verhalten gegen Schmerz. Der Ausdruck des Schmerzes, die Schmerzäußerungen sind freilich kein objektiver Maßstab der wirklichen Schmerzintensität. Denn der Schmerz ist hinsichtlich seiner Intensität im höchsten Grade von dem psychischen Zustande des Individuums abhängig. Eine plötzlich, unvermutet den Körper treffende schwere Verletzung wird nicht schmerzhaft empfunden. Ein Nadelstich tut weh, wenn er nicht unerwartet kam. Auch wenn die Hirntätigkeit anderweitig lebhaft in Anspruch genommen ist, und namentlich im Affekt, wird kein Schmerz empfunden. Kant war imstande, absichtlich seine Gedanken derartig auf ein bestimmtes Thema zu konzentrieren, daß er die gichtischen Schmerzen, an denen er litt, nicht mehr fühlte. Die Vorstellung des Schmerzes, oder besser die Furcht vor Schmerz — denn wir sind überhaupt nicht fähig, uns einen heftigen Schmerz wirklich vorzustellen — vermehrt seine Stärke. Willensstarke, intelligente Personen äußern ihren Schmerz weniger als schwächliche und ängstliche Naturen; letztere empfinden Schmerz da, wo andere ihn überhaupt nicht fühlen würden. Ganze Völker und Zeiten sind toleranter gegen Schmerzen wie andere. Das harte und grausame Mittelalter war weniger empfindlich als die moderne Kulturwelt. Unkultivierte Naturvölker sind noch heute wenig empfindlich. Die im Mittelalter und auch jetzt bei vielen Völkern üblichen Grausamkeiten dürfen wir nicht mit unserer Vorstellung von Schmerz messen. Ebensowenig die im religiösen Affekt begangenen Kasteiungen, Selbstverstümmelungen und Selbstopfer christlicher und heidnischer Fanatiker. Mit dem Künstler, der sich in öffentlicher Schaustellung gegen Entgelt Nadeln in den Körper spießt, brauchen wir kein Mitleid zu haben, ihm fehlt vollständig die Vorstellung des Schmerzes, und Mucius Scaevola, als er in höchster Erregung seine Hand ins Feuer hielt, wird nicht so gelitten haben, wie wenn ein anderer Mensch hierzu

gezwungen worden wäre. Der Nordländer erscheint uns weniger empfindlich wie der Südländer, der Städter empfindlicher als ein großer Teil der Landbevölkerung, der Greis toleranter wie Personen in der Blüte der Jahre. Dem Arzt, und besonders dem operierenden Arzt, treten diese psychischen Varianten der Schmerzempfindlichkeit alltäglich entgegen, und er muß im voraus wissen, was er seinen Kranken zumuten darf, wenn er sie ohne die, die Psyche ganz ausschaltende, Narkose operieren will. Gewiß ist das verschiedene Verhalten der Menschen bei schmerzhaften Eingriffen oft nur eine verschiedene Form der Schmerzäußerung. Dennoch müssen wir annehmen, daß bei einigen Individuen und Völkern das Schmerzgefühl physiologisch weniger entwickelt ist wie bei anderen. Beim Neugeborenen ist das Schmerzgefühl gering entwickelt, es ist sehr wahrscheinlich, daß es im späteren Leben, wie andere Sinnesempfindungen auch, in verschiedenem Grade ausgebildet wird. Wie und in welcher Form durch Erkrankungen des Hirns und Rückenmarks Hyperästhesie und Hypästhesie entstehen kann, hat für unser Thema kein Interesse.

Periphere Ursachen können ebenfalls eine meist partielle Über- oder Unterempfindlichkeit der Gewebe verursachen. Die Schmerzempfindlichkeit von Organen und Geweben, welche von Krankheiten befallen sind, ist häufig gesteigert, selten herabgesetzt. Am häufigsten gibt die akute Entzündung oder eine unter hohem Druck stehende Flüssigkeitsansammlung im Körper Veranlassung zu spontanem Schmerz und einer oft exzessiven Hyperästhesie. Unhaltbar und unbewiesen aber erscheint die Annahme, daß Organe, welche im gesunden Zustande gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzen, unter pathologischen Verhältnissen plötzlich schmerzhaft werden sollen. Die Fähigkeit, schmerzhafte Reize aufzunehmen und zum Gehirn zu leiten, muß vielmehr vorhanden sein, auch im gesunden Zustande, wenn Krankheit sie steigern soll. Erwähnt sei noch, daß örtliche Ernährungsstörungen und chronische Ödeme eine Herabsetzung der Empfindlichkeit der Gewebe hervorrufen können. Die Ursache dieser letzteren Erscheinung ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß derartige Ödeme eine andere physikalische Beschaffenheit und andere chemische Zusammensetzung haben wie die normale Ernährungsflüssigkeit, welche die Nervenelemente brauchen, wenn sie regelrecht funktionieren sollen.

Von nicht geringem Interesse für die Lokalanästhesie ist die Verteilung der Schmerzempfindlichkeit in den verschiedenen Organen und Geweben. Es ist sicher, daß die Organe teils große, teils geringe, teils gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzen. Ein bestimmtes Urteil dar-

über zu gewinnen, ist nicht leicht, weil uns allein der unter dem Bann von allerhand Vorstellungen stehende, lebende Mensch Auskunft geben kann, und wir ein objektives Merkmal für die Intensität des Schmerzes nicht besitzen. Wir sind in der Hauptsache auf Erfahrungen bei Operationen an nicht narkotisierten Kranken angewiesen. In neuerer Zeit haben sich namentlich Bloch und Lennander mit dieser Frage beschäftigt und auch das Wenige und Geringe zusammengestellt, was sich in der älteren Literatur darüber findet. Die Beobachtungen Blochs sind meiner Ansicht nach nicht immer einwandsfrei. Denn sie sind gewonnen an einer Bevölkerung, welche sichtlich sehr wenig schmerzempfindlich sein muß, ebenso offensichtlich unter dem suggestiven Einfluß des Operateurs und außerdem in vielen Fällen unter dem Einfluß kleiner Chloroformdosen gestanden hat, welche jedoch vollständig ausreichen, um das sogenannte Stadium analgeticum der Narkose herbeizuführen. Einzelne weitere Beobachtungen finden sich bei Schleich und einigen anderen, welche Operationen und Lokalanästhesie beschreiben. Sehen wir also, was über die Sensibilität der Organe gegen Schmerz bekannt ist.

Die Haut mit ihren außerordentlich zahlreichen Nervenendigungen gilt für das schmerzempfindlichste Organ des menschlichen Körpers. Bei den ohne Narkose und Lokalanästhesie ausgeführten Amputationen und Herniotomien der alten Zeit litten die Kranken bei weitem am meisten, wenn die Haut durchtrennt wurde, während der übrige Teil der Operation verhältnismäßig wenig schmerzhaft war (Montfalcon). Bloch bringt zahlreiche Belege für das Faktum, daß viele Operationen von Kranken leicht ertragen werden, wenn nur die Haut unempfindlich gemacht worden ist. Die Schmerzempfindlichkeit der Haut ist nicht gleichmäßig über die Körperoberfläche verteilt. Relativ weniger empfindlich ist z. B. die Rückenhaut, besonders empfindlich sind die Fingerspitzen. Die Streckseiten der Extremitäten sind im allgemeinen weniger empfindlich wie die Beugeseiten. Bei Erkrankungen, besonders bei der akuten Entzündung, nimmt die Schmerzempfindlichkeit der Haut oft einen sehr hohen Grad an, so daß die leiseste Berührung und überhaupt jede Manipulation in der Gegend des Entzündungsherdes außerordentlich schmerzhaft ist.

Das lockere Unterhautzellgewebe besitzt offenbar nur eine sehr geringe oder keine selbständige Sensibilität, wohl aber zahlreiche sensible Leitungsbahnen, welche die Gefühlsnerven für die Haut enthalten. Sie liegen häufig neben den Blutgefäßen, innerhalb strafferer Bindegewebslamellen und begeben sich, je mehr sie sich zu größeren

Stämmen sammeln, in die Tiefe, in die Nähe der Faszie. Beim Durchschneiden, bei Druck und Zug durch Haken und andere Instrumente, beim Fassen und Unterbinden von Gefäßen innerhalb des Unterhautzellgewebes werden oft Schmerzen ausgelöst, deren Intensität nach Körperteil und Individuum wechselt. Ähnlich wie das Unterhautzellgewebe verhalten sich auch die Muskeln. Man findet bei Operationen am nicht narkotisierten Menschen innerhalb der die Muskelbündel trennenden Bindegewebssepten zahlreiche, bei mechanischer Reizung schmerzhafte Punkte, welche sensiblen Leitungsbahnen entsprechen. Beim Einstechen von Nadeln in einen Muskel beim gesunden Menschen erweist sich die Muskelmasse selbst an den meisten Stellen als ganz gefühllos. Wird aber eine jener Leitungsbahnen von der Nadelspitze getroffen, so entsteht Schmerz. Das Sehnengewebe scheint gefühllos zu sein, wie bei der Ausführung von Sehnennähten leicht festgestellt werden kann. Hingegen kann dem manche Sehnen und die Sehnenscheide umhüllenden straffen Bindegewebe, ferner den Muskelfaszien (Aponeurosen) oder den dieselben bedeckenden Bindegewebslamellen ein wiederum von Fall zu Fall wechselnder Grad von selbständiger, wahrscheinlich durch Nervenendigungen bedingter Schmerzempfindlichkeit nicht abgesprochen werden. Davon kann man sich außer bei Operationen und Verletzungen sehr leicht durch einige Versuche am eigenen Körper überzeugen. Ich benutzte hierzu eine sehr feine Stahlnadel oder Insektennadel. Man sticht dieselbe irgendwo am Körper durch die Haut in das Unterhautzellgewebe. Es ist zweckmäßig, die Einstichstelle zuvor mittels eines später zu schildernden Verfahrens (Quaddelbildung) unempfindlich zu machen, damit die Sensibilität der Haut selbst ganz ausgeschaltet wird. Im Unterhautzellgewebe kann man nun die Nadel parallel zur Hautoberfläche nach allen Richtungen vorschieben. Dabei wird in der Regel nichts empfunden. Nur an einzelnen Stellen, nämlich wenn die Nadelspitze an einen Nervenstamm gerät, werden Parästhesien und Schmerz ausgelöst. Man richtet nun die Nadel senkrecht in die Tiefe. Sobald ihre Spitze die Muskelfaszie oder die dieselbe bedeckende straffe Gewebsschicht berührt und an ihr Widerstand findet, entsteht an den meisten Stellen ein nicht unerheblicher Schmerz, während wenige Stellen gefühllos sind. Dieser Schmerz wird ziemlich gut lokalisiert. Eine Empfindung anderer Art als eine Schmerzempfindung, also etwa eine Druck- oder Tastempfindung, vermochte ich in der Faszie niemals auszulösen. Auch Parästhesien, wie sie charakteristisch sind bei Reizung sensibler Nervenstämme, welche zur Haut ziehen, fehlen vollständig. Ein Schmerz von ganz

demselben Charakter entsteht, wenn die Nadelspitze die Oberfläche von Sehnen, z. B. der Achillessehne, berührt. Das Durchstechen der Sehne ist gefühllos, sobald die Nadel an die Hinterfläche der Sehne gelangt, entsteht wiederum Schmerz, und zwar immer nur Schmerz und keine andere Empfindung. Die Tenotomie der Achillessehne bei bloßer Anästhesierung der Haut allein ist daher, wie ich entgegen Bloch glauben muß, eine für die meisten Menschen sehr schmerzhafte Operation.

Das Periost halten Haller, Piorry und Bloch für nicht schmerzempfindlich, wenigstens im gesunden Zustande. Es wäre das sehr verwunderlich bei einem an Nervenelementen so reichen Gewebe. Die Annahme ist aber auch sicher nicht richtig. Prüft man das Periost eines gesunden, vorurteilslosen Menschen in der oben erwähnten Weise mit der Nadelspitze, so ergibt sich, daß es an einigen Stellen außerordentlich schmerzempfindlich ist; an der Vorderfläche der Tibia, an den Rippen, an der Patella, am Alveolarfortsatz finden sich kaum Stellen, wo der Einstich der Nadel nicht mindestens ebenso schmerzhaft ist wie der Einstich in die Haut. Der Schmerz wird ziemlich gut lokalisiert. An der Hinterfläche der Tibia, an der Außenseite des Femur, am Radius, an der Fibula, wo ich derartige Untersuchungen vornahm, sind die schmerzhaften Stellen viel spärlicher, dazwischen finden sich solche, an denen die Nadel keinerlei lokalisierte Empfindung auslöst; mir schien lediglich die beim starken Aufstoßen der Nadel auf den Knochen entstehende Erschütterung des ganzen Knochens empfunden zu werden. Etwas anderes als eine reine Schmerzempfindung konnte ich im übrigen weder bei Berührung des Periosts noch des Knochens hervorrufen. Wenn ich bei Kopfverletzungen das freiliegende Periost prüfte oder gar vom Knochen abzuheben suchte, so erwies es sich ausnahmslos als sehr schmerzempfindlich. Die Empfindlichkeit des Kieferperiosts lehrt die alltägliche Erfahrung. Der Grad der Empfindlichkeit mag, wie überall, in hohem Maße von Ort und Individuum beeinflußt werden. Im allgemeinen aber muß das Periost als ein besonders schmerzempfindliches Gewebe angesehen werden, auch im normalen Zustande. Damit stimmen auch Lennanders Beobachtungen überein.

Über die Schmerzempfindlichkeit des Knochens selbst und des Knochenmarks ist folgendes zu bemerken. Monfalcon sagt, daß die Kranken bei Amputation einen fürchterlichen Schmerz empfinden, wenn die Haut durchschnitten wird, daß sie weniger klagen beim Durchschneiden der Muskeln, und daß sie nicht zu leiden scheinen beim Durchsägen des Knochens. Piorry dagegen hält das Knochenmark beim

Durchsägen, beim Einführen einer Sonde, beim Einspritzen irritierender Flüssigkeiten für sehr schmerzhaft. Nach Ried, der über Amputationen unter Lokalanästhesie berichtet, war allein für die Knochendurchtrennung eine kurzdauernde Narkose nötig. Auch Schleich hält Knochen und Knochenmark für empfindlich. Nach Blochs Beobachtungen bei Amputationen und Meißeloperationen soll das gesunde Knochenmark wohl Empfindungen, aber keine Schmerzen auslösen. Die zum Beweis angeführten Fälle sind aber nicht einwandsfrei, weil sie unter oberflächlicher Chloroformnarkose ausgeführt worden sind. Nach Bichat (zitiert nach Bloch) soll die Schmerzempfindlichkeit der langen Röhrenknochen im mittleren Teil der Diaphysen größer sein als gegen die Epiphysen hin. Das Knochenmark der kurzen und flachen Knochen soll weniger empfindlich sein.

Soviel ist sicher, der Knochen empfängt seine sensiblen Nerven, die er unzweifelhaft besitzt, im wesentlichen aus dem Periost. Ein Knochen, an dem ringsherum das Periost abgelöst oder künstlich unempfindlich gemacht wurde, besitzt an der betreffenden Stelle auf seinem ganzen Querschnitt keinerlei Sensibilität mehr, bei partieller Ablösung aber ist der freiliegende Teil des Knochens unempfindlich und kann aufgemeißelt werden. Das Knochenmark ist alsdann nach Schleichs Beobachtung nicht unempfindlich, denn er mußte es besonders anästhesieren. Auch Piorrys Beobachtung, daß das Sondieren einer Knochenfistel oft schmerzhaft ist, ist ja unzweifelhaft richtig. Ich habe einige Untersuchungen an breiten Knochenmulden der Tibia, deren vordere Wand bei Osteomyelitis fortgenommen war, gemacht. In diesen Fällen war, obwohl das Periost im hinteren Umfang des Knochens erhalten gewesen ist, der Knochen nur an einzelnen Stellen und nur sehr wenig schmerzempfindlich. Man kann solche Knochenhöhlen ausschaben und nur, wenn man mit dem Löffel an das Periost des Knochenrandes gerät, werden lebhaftere Schmerzen ausgelöst. Andere Empfindungen als Schmerz vermag ein derartiger Knochen nicht hervorzurufen, Druckreize und Temperaturempfindungen werden absolut nicht empfunden. Nur die Erschütterung des ganzen Knochens oder der ganzen Extremität wird bemerkt, vermutlich infolge einer Erregung des Lagegefühls.

Der Knorpel ist gefühllos (Bloch, Lennander), wogegen das Perichondrium, wo ein solches vorhanden ist, nervenreich und unzweifelhaft auch schmerzempfindlich ist.

Gelenkkapseln, Bänder und namentlich die Synovialmembranen erfordern unbedingt eine Anästhesierung bei Operationen. Die

Empfindlichkeit der Synovialmembranen ist, wie bei ihrem Reichtum an Nervenelementen gar nicht anders zu erwarten ist, auch im nicht akut entzündeten Zustande oft eine sehr große. Die Injektion reizender Flüssigkeiten in ein Gelenk ist meist sehr schmerzhaft, bei Arthrotomien des Kniegelenks habe ich die Synovialis stets schmerzempfindlich gefunden. Gelenkkapseln und Bänder enthalten stets Leitungsbahnen, welche bei Zerrung und Durchschneidung mehr oder weniger heftige Schmerzen verursachen. Haller hielt Ligamente und Kapseln für gefühllos. Nach Bloch besitzt keins der ein Gelenk konstituierenden Gewebe ausgesprochene Schmerzempfindlichkeit. Das Beispiel, welches Bloch zum Beweis der Richtigkeit dieser Annahme unter anderen anführt, muß ich hier wiedergeben.

Es handelte sich um ein 29jähriges Mädchen mit chronischer Ostitis am Condylus externus femoris. Die Esmarchsche Binde wurde angelegt. Auf die Haut wurde Äthylchlorid appliziert und ohne Reaktion eine Inzision von 6 cm Länge gemacht. Das Kniegelenk wurde geöffnet, die Innenfläche des Gelenks, in der Absicht, die Sensibilität zu prüfen, nach allen Richtungen mit Instrumenten untersucht. Es folgte Ablösung des Periosts vom Condylus externus, der Knochenherd wurde mit dem Meißel geöffnet und ausgeräumt. Die Kranke empfand keinen Schmerz. Die Operation dauerte 11 Minuten, also eine Zeit, in der die Abschnürung der Extremität kaum eine nennenswerte Herabsetzung der Sensibilität hervorgerufen haben kann.

Ich will ein ähnliches Beispiel einer schmerzlosen Operation mitteilen.

Ich operierte am 7. Juli 1899 einen 25jährigen, geistig wenig regsamen, sonst namentlich in bezug auf sein Nervensystem vollständig gesunden Arbeiter wegen einer Pseudoarthrose der Ulna. Zur Ausführung des Hautschnitts wurde die Haut mit Kokainlösung infiltriert. Dann wurde der Knochen freigelegt, das Periost abgelöst, das zwischen den Knochenenden liegende Bindegewebe exzidiert, der Knochen angefrischt und mit Draht genäht, die Wunde durch die Naht geschlossen.

Der Kranke hat während der $1\frac{1}{2}$ stündigen Operation keinen Schmerz gefühlt. Am 19. Oktober wurde, da eine knöcherne Vereinigung der Bruchenden nicht zustande gekommen war, die Operation wiederholt, ohne Anwendung irgend eines Anästhetikums. Sie war auch diesmal nach Angabe des Kranken vollkommen schmerzlos. So wäre also die Anästhesierungsfrage auf die einfachste Weise gelöst. Man bestäubt die Haut mit Chloräthyl, oder auch nicht, operiert, und der Kranke fühlt nichts und klagt nicht. Eine Verallgemeinerung solcher Erfahrungen, die wohl jeder Chirurg gemacht hat, ist nicht möglich, und derartige Kranke zu Sensibilitätsstudien zu verwenden, ist nicht angängig.

Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß die bisher erwähnten, von

zerebrospinalen Nerven innervierten Gewebe bisweilen, besonders wenn sie akut entzündet sind, aber auch infolge zentraler, physiologischer Hyperästhesie, eine außerordentlich hochgradige Schmerzempfindlichkeit besitzen können, so daß der Schluß, eins dieser Gewebe sei unempfindlich gegen Schmerz, durchaus unzulässig ist.

Schleimhäute. Die Schleimhaut des Mundes, der Nase, des Rachens ist mehr oder weniger schmerzempfindlich, auch im normalen Zustande. Bei Operationen zeigt die Schleimhaut der Highmorshöhle und Stirnhöhle dasselbe Verhalten. Ebenso ist die Schleimhaut der Paukenhöhle schmerzempfindlich. Einem wirklich unter allen Umständen und bei jedem, auch dem empfindlichsten Menschen insensiblen Organ begegnen wir zum ersten Male bei der Schleimhaut des Magen- und Darmkanals. Die Insensibilität beginnt schon im Ösophagus — der verschluckte Bissen verschwindet für die Empfindung, sobald er den Rachen passiert hat — und erstreckt sich bis in das Rektum. Hier beginnt die Schmerzempfindlichkeit wieder und erreicht im Analteil bekanntlich einen hohen Grad. Die vollständige Unempfindlichkeit der Schleimhaut des Dickdarms gegen mechanische, chemische und thermische Reize ist schon von Steinhäuser (1831) beobachtet worden und kann an einem an der vorderen Bauchwand angelegten Anus praeternaturalis oder an der nach Rektumexstirpation in der Analgegend oder Sakralgegend eingenähten Flexur leicht festgestellt werden. Derartige Untersuchungen sind u. a. von Bloch und Lennander vorgenommen worden, die Unempfindlichkeit der Flexurschleimhaut konnte ich, wie Lennander, noch mehrere Jahre nach einer Rektumexstirpation feststellen. Auf die Sensibilität der Bauchorgane wird nachher noch zurückzukommen sein. In welchem Grade die Kehlkopfschleimhaut schmerzempfindlich ist, kann wegen ihrer hochgradigen Reflexempfindlichkeit sehr schwer festgestellt werden. Groß scheint die Schmerzempfindlichkeit nicht zu sein. Kehlkopferkrankungen und Fremdkörper im Kehlkopf pflegen nur dann erhebliche Schmerzen zu verursachen, wenn sie bis auf das Perichondrium vorgedrungen sind. Die Trachealschleimhaut ist nach Bloch und Lennander unempfindlich. Die Schleimhaut der Urethra besitzt auch im normalen Zustande eine nicht unbedeutende Schmerzempfindlichkeit, und wenn Bloch die Spaltung der männlichen Urethralmündung für einen wenig schmerzhaften Eingriff erklärt, so werden damit wenige Kranke einverstanden sein. Ob der bei Dehnung der Harnröhre auftretende Schmerz von der Schleimhaut selbst ausgelöst wird, ist sehr fraglich. Die Schleimhaut der normalen Harnblase ist sehr wenig empfindlich, teilweise sogar un-

empfindlich. Bloch fand an einer durch Sectio alta eröffneten, entzündeten Blase die Schleimhaut des Fundus unempfindlich, diejenige des Blasenhalses aber schmerzempfindlich. Die Sectio alta wird heutzutage sehr häufig in Lokalanästhesie ausgeführt. Es hat sich dabei gezeigt, daß die Blasenschleimhaut überall mehr oder weniger schmerzhaft ist und anästhesiert werden muß. Die Schleimhaut des Introitus vaginae besitzt sehr große Schmerzempfindlichkeit, eine viel geringere, nach Lennander gar keine, diejenige der Vagina selbst. Ebensowenig empfindlich ist die Schleimhaut des Uterus.

Ein weiteres Organ, welches auf die gewöhnlichen äußeren Reize absolut nicht reagiert, ist das Gehirn. Es wurde bereits oben darauf hingewiesen, wie die klinischen Erfahrungen bei Hirnerkrankungen kaum die Annahme gestatten, daß dieses Organ schmerzempfindlich sei. Durch die Beobachtungen der Chirurgen ist die Tatsache der Unempfindlichkeit wenigstens der Konvexität der Hemisphären vielfach bestätigt worden. Ich hatte zweimal Gelegenheit, derartige Beobachtungen bei Individuen mit klarem Verstande anzustellen. Einmal bei einem Kranken, dem ich einen Abszeß der motorischen Rindenregion geöffnet hatte, und bei dem anhaltende Temperatursteigerungen den Verdacht auf einen tiefer in der Hemisphäre gelegenen Abszeß erweckten, das andere Mal bei einem wegen gliomatöser Hirnzyste zwei Jahre vorher operierten Kranken mit Knochendefekt im Scheitelbein, wo ein Rezidiv vermutet wurde. In beiden Fällen wurde die Hemisphäre nach allen Richtungen punktiert, im ersten Fall auch der gefundene Abszeß durch Inzision eröffnet. Die Kranken hatten weder Schmerz noch eine andere Empfindung. Bloch, Schleich und Lennander haben ebenfalls die Unempfindlichkeit des freiliegenden Gehirns konstatiert. Daß beim Verbandwechsel nach Operationen am Gehirn und bei komplizierten Schädelfrakturen die Hirnsubstanz gefühllos ist, haben wohl alle Chirurgen gelegentlich bemerken können. Die Dura mater soll nach Piorry, der sich auf Berefeld, Legat, Fontana und Caldani beruft, schmerzempfindlich sein, während Chaussier, Richerand, Portal (zitiert nach Bloch) sie für ganz insensibel hielten. Ich fand bei Operationen an der Konvexität die Dura stets ganz gefühllos. Gegen die Schädelbasis hin dagegen ist sie schmerzempfindlich.

Letzteres habe ich zweimal feststellen können. Das erstemal bei einer osteoplastischen Resektion zur Entfernung eines Glioms der motorischen Rindenregion. Gegen die Konvexität hin war, wie sonst, auch hier die Dura gefühllos. Gegen die Schädelbasis hin, in Höhe des Jochbogens, war sie dagegen schmerzempfindlich. In einem anderen Fall handelte es sich um ein Dermoid im Hinterhauptbein, in der Gegend der Protuberantia occipitalis, welches die Tabula externa

sowohl, wie die Tabula interna perforiert hatte und mit der Dura verwachsen war. Nach Anästhesierung der äußeren Nerven ließ sich die Freilegung der Zyste, die Wegnahme der überhängenden Teile der Tabula externa schmerzlos ausführen, die Dura mater aber war bei Insensibilität aller übrigen Teile des Operationsfeldes sehr schmerzempfindlich.

Die Ergebnisse der eben erwähnten, älteren Beobachtungen sind in den letzten Jahren bei zahlreichen Schädel- und Hirnoperationen, die in Lokalanästhesie vorgenommen wurden, bestätigt worden. Ich habe ferner bei Kleinhirnoperationen gefunden, daß die Dura der hinteren Schädelgrube, sowie das Kleinhirn Schmerzgefühl beim Berühren, Drücken, Quetschen und Durchtrennen nicht besitzen.

Sehr interessante und wichtige Untersuchungen über die Sensibilität der Bauchhöhle und der Bauchorgane verdanken wir Lennander. Die älteren Angaben hierüber widersprechen sich vielfach. Haller hielt das Peritoneum und die Darmschleimhaut für gefühllos, die Submukosa dagegen für empfindlich. Bei Tieren zeigte Leber, Milz und Niere sehr geringe Empfindlichkeit. Piorry hielt die serösen Häute für insensibel und teilt als Beweis mit, daß Bichat gesehen habe, wie Hunde ihre eigenen aus einer Bauchwunde vorgefallenen Darmschlingen auffraßen. E. H. Weber wies nach, daß prolabierte menschliche Darmschlingen unempfindlich gegen Kälte, Schmerz und Druck waren. Seit der Einführung des Kokains sind sehr viele Bauchoperationen ohne Narkose ausgeführt worden, und die Chirurgen haben reichlich Gelegenheit gehabt, sich von der Gefühllosigkeit des Magen- und Darmkanals samt seines peritonealen Überzugs zu überzeugen. Doch hielt man immer an der Meinung von Flourens, Richet und Bloch fest, daß die Bauchorgane im entzündeten Zustande schmerzhaft werden könnten. Demgegenüber hat Lennander auf Grund sehr zahlreicher Einzelbeobachtungen teils bei Operationen in Lokalanästhesie, teils an vorgelagerten oder in die Bauchwand eingenähten Organen festgestellt, daß derjenige Teil des Abdomens, welcher allein oder doch in der Hauptsache Schmerzempfindungen im gesunden und kranken Zustande vermittelt, das Peritoneum der vorderen und hinteren Bauchwand ist, ferner des Beckens, des Zwerchfells, soweit es von spinalen Nerven innerviert wird, während das Peritoneum viscerale, Magen, Darm und Netz, auch bei akuter Peritonitis und sonstigen Erkrankungen dieser Teile, ferner Gallenblase, Nieren und Leber keine auf die gewöhnlichen mechanischen und thermischen Reize reagierende Schmerz-, Berührungs-, Kälte- und Wärmenerven besitzen. Man kann also diese Teile quetschen, durchtrennen, brennen, ohne daß eine Empfindung ausgelöst wird. Die Schmerzempfindlichkeit des parietalen Peritoneums gegen

Klemmen, Schneiden, Brennen und Zerrung ist eine sehr große auch im gesunden, in der Regel eine noch größere im entzündeten Zustande. Der Schmerz wird lokalisiert insofern, als die Kranken angeben können, ob der Reiz rechts oder links, im oberen oder unteren Teil des Bauches einwirkt. Bei Untersuchung der Mesenterien hatte Lennander keine eindeutigen Ergebnisse. Zug am Mesenterium ruft stets Schmerz hervor. Lennander glaubte, die Eingriffe am Mesenterium seien schmerzlos, wenn gleichzeitige Zerrung vermieden wird. Er hatte indessen selbst beobachtet, daß das Abklemmen des Mesenteriolums mit einer Arterienklemme heftigen Schmerz verursachte.

Von der Richtigkeit der Beobachtungen Lennanders, soweit sie die Wandungen des Magens und Darms betreffen, haben sich die Chirurgen in Hunderten und Tausenden von Fällen überzeugen können. Unter welchen Bedingungen man auch operieren mag, ob dem Kranken in einem vorangehenden Ätherrausch das Abdomen geöffnet wurde, ob die Bauchdecken mit Kokain oder mit einem anderen Anästhetikum unempfindlich gemacht waren, ob die Prüfung ohne Anwendung eines Narkotikums oder Anästhetikums ausgeführt wurde, ob am kürzere oder längere Zeit aus der Bauchhöhle herausgelagerten Darm operiert wurde, oder ob unmittelbar nach Eröffnung des Abdomens durch einen kleinen Schnitt der Magen oder ein Darmteil in die Bauchwand eingenäht und geöffnet wurde, ob das betreffende Eingeweide normal oder entzündet oder sonstwie verändert war, stets findet sich Magen- und Darmwand unempfindlich, während zu gleicher Zeit das parietale Peritoneum überall außerordentlich schmerzhaft ist, wo es nicht künstlich gefühllos gemacht wurde. Der einzige Autor, der glaubt, in vier Fällen eine Empfindlichkeit des Dünndarms gegen mechanische und thermische Reize beim Menschen beobachtet zu haben, ist Ritter.

Wesentlich zu ergänzen sind Lennanders Anschauungen über die Sensibilität der Mesenterien. Bier teilte mit, daß nach seinen Beobachtungen das Abbinden der Mesenterien meist mit Schmerzen verbunden sei. Auch ich berichtete in den früheren Auflagen dieses Werkes über eine Beobachtung, wo bei einer Dünndarmresektion jede Unterbindung heftigen Schmerz erregte. In vielen Fällen bleiben derartige Reaktionen aus, zumal wenn das Mesenterium nahe der Darmwand abgebunden wird. Ich schloß dieser Beobachtung die Vermutung an, daß die Sensibilität der Mesenterien wohl verschieden entwickelt sein müsse und bald mehr, bald weniger weit an den Darm heranreiche. Zu der gleichen Auffassung ist Wilms gekommen. Es zeigte sich, daß an gefäßlosen Stellen das Kneifen des Mesenteriums, bis zu 6 cm und

mehr vom Darm entfernt, kein Schmerzgefühl auslöste, während es gelang, beim Kneifen der Gefäße 2—3 cm vom Darm entfernt deutliche Schmerzempfindung zu erregen. Die engen Beziehungen der sensiblen Nerven der Mesenterien zu den Blutgefäßen haben ferner an Tieren und beim Menschen Ritter und Propping studiert. Es sei noch bemerkt, daß in fest eingeklemmten Hernien das Mesenterium fast stets gefühllos gefunden wird; denn die Einklemmung kann nicht nur, sondern sie muß zur Insensibilität führen. Andererseits ist es jedem operierenden Chirurgen bekannt, daß Abklemmen der Mesenterien in der Rückwand des Bauches, ebenso Abklemmen des Omentum minus in der Regel heftige Reaktionen auslöst bei Kranken, die sich nicht unter der Einwirkung von narkotischen Mitteln befinden. Es zweifelt daher niemand mehr daran, daß die Mesenterien beim Menschen eine sehr ausgesprochene Sensibilität besitzen.

Sehr charakteristisch und wichtig sind die Beobachtungen, welche Wilms und Hesse am Wurmfortsatz und Mesenteriolum gemacht haben. Meine eigenen Beobachtungen stimmen damit ganz überein. Der Wurmfortsatz ist gefühllos. Das Mesenterium ist schmerzempfindlich. Beim Abbinden und Abklemmen des Mesenteriolums entstehen schmerzhafte Sensationen, welche nicht lokalisiert sind, sondern in der Regel ins Epigastrium verlegt werden. Die Intensität dieser Sensationen wechselt sehr. Bald sind sie so gering, daß der Kranke ihre Existenz nur auf Befragen angibt, bald sind sie so heftig, daß Narkose zu Hilfe genommen werden muß. Dieselben Sensationen treten beim Zug am Wurmfortsatz und Blinddarm auf. Ganz ähnliche Verhältnisse liegen auch an den übrigen Mesenterien vor. Das große Netz ist meist, nicht immer, gefühllos.

Bei Hunden und Kaninchen scheint nach Untersuchungen von Kast und Meltzer, ferner von Ritter und Propping, denen allerdings L. R. Müller widerspricht, auch die Wand des Magens und Darmes selbst Schmerzgefühl zu besitzen.

Meltzer und Kast haben die Beobachtung gemacht, daß bei mit Kokain vergifteten Tieren nicht nur die Sensibilität der Haut, der Kornea und des parietalen Peritoneums, sondern auch die Empfindlichkeit des Magen- und Darmkanals aufgehoben ist. Gegen die Schlußfolgerung dieser Autoren, beim Menschen könnten die mittels lokalanästhetischer Injektionen einverleibten Kokaindosen eine ähnliche Herabsetzung der Sensibilität verursachen, woraus sich die beim Menschen gefundene Schmerzlosigkeit der Eingeweide erkläre, haben Wilms, Propping und Nyström mit Recht Einspruch erhoben. Sensibilitätsstörungen dieser Art werden stets nur durch toxische Kokaindosen verursacht, auch sind das bekanntlich zentrale und nicht, wie Ritter annimmt, periphere

Lähmungen. Kleine nicht toxische Kokaindosen (0,08—0,1 per os nach Mosso) bewirken beim Menschen nicht eine Herabsetzung, sondern eine Steigerung der peripheren Sensibilität. Es liegt deshalb nicht die geringste Veranlassung vor, die Zuverlässigkeit der Beobachtungen an Menschen anzuzweifeln, welche in Lokalanästhesie operiert worden sind, zumal dieselben übereinstimmen mit Beobachtungen an Menschen, die ohne Anwendung von Kokain und anderen Mitteln operiert wurden (Haim, Mitschell, Wilms, Propping).

Die bei Operationen durch Zug an den Baucheingeweiden und durch Abklemmen und Abbinden der Mesenterien hervorgerufenen Sensationen unterscheiden sich wesentlich von anderen Schmerzempfindungen, insofern sie nicht lokalisiert sind. Augenscheinlich haben sie auch einen ganz anderen Charakter. Manche Menschen bezeichnen sie überhaupt nicht als Schmerz, sondern als Unbehagen, das sich bis zur Unerträglichkeit steigern kann, andere sprechen von kolikartigen Schmerzen. Es empfiehlt sich deshalb, diesen Unterschied auch durch den Sprachgebrauch zu kennzeichnen und diese Empfindungen als abdominelle Sensationen zu bezeichnen.

Im Hinblick auf die große Variabilität der Schmerzempfindlichkeit bei Rassen und Individuen und auf die anscheinend größere Intensität der abdominellen Sensationen bei manchen Tierarten ist es durchaus nicht verwunderlich, wenn auch beim Menschen gelegentlich einmal die sensible Zone der Mesenterien auf den Darm übergreift. Zu verwundern ist es nur, daß dies erst von einem einzigen Beobachter (Ritter) bemerkt worden ist.

Lennanders Untersuchungen gipfeln in dem Schluß, daß nur die zerebrospinalen Nerven imstande sind, schmerzhafte Reize aufzunehmen und weiterzuleiten, während das sympathische Nervensystem hiermit nichts zu tun hat. Dieser Schluß wird durch die wichtigen experimentellen Untersuchungen von Fröhlich und Meyer am Hunde einwandfrei bestätigt. Aus dem Verschwinden der abdominellen Sensationen bei der Bierschen Rückenmarksanästhesie und bei der paravertebralen Leitungsanästhesie (Kappis) folgt, daß die Leitung der Sensationen zum Gehirn auf dem Wege des Rückenmarks erfolgt und daß auch der N. vagus mit ihnen nichts zu tun hat. Auf die im Anschluß an Lennanders Arbeiten lebhaft diskutierte Frage über die Entstehung der bei Krankheiten spontan in den Eingeweiden auftretenden Schmerzen kann hier nicht eingegangen werden.

Die Gallenblase habe ich zweimal unter Lokalanästhesie geöffnet und kann nur die Beobachtung Lennanders bestätigen, daß ihr Fundus vollständig gefühllos ist beim Drücken, Klemmen und Schneiden, daß aber ein Zug nach vorn und das Sondieren der Gallengänge schmerzhaft

ist; letzteres kann man an jeder Gallenfistel feststellen. Die Unterbindung der A. cystica und das Abbinden der Gallenblase ist nach Ritter schmerzhaft.

Daß die Leber keine Schmerzempfindlichkeit besitzt, ist den Chirurgen längst bekannt. Zur Eröffnung eines in die Bauchwunde eingenähten Echinokokkussackes braucht man ebensowenig Narkose wie zur Durchtrennung einer eingenähten Darmschlinge. Ich fand die konvexe Oberfläche des rechten Leberlappens und das Leberparenchym auch bei der zweizeitigen Eröffnung eines Leberabszesses gänzlich gefühllos für Schmerz und Berührung.

Eine operativ freigelegte Niere fand Lennander unempfindlich gegen operative Eingriffe, sowie gegen Wärme und Kälte. Allerdings war sie von ihrer Fettkapsel befreit. Bloch glaubt, daß die Niere nicht viel Gefühl besitze; Schleich sagt, daß das Nierenparenchym fast völlig gefühllos sei.

Was den Uterus anbetrifft, so fand Lennander die Oberfläche des Fundus uteri, das Ovarium und die Tube unempfindlich gegen den Thermokauter. Er reproduziert ferner eine Mitteilung Veits, wonach derselbe wiederholt den Kaiserschnitt ohne Narkose ausführte, allerdings, ohne den Uterus abzuschnüren oder aus der Bauchhöhle herauszuwälzen. Reclus und Schleich halten bei der Exstirpation von Ovarialtumoren eine Anästhesierung des Stiels für erforderlich. In den drei Fällen von Ovarialkystomen, welche ich unter Lokalanästhesie entfernte, war die Unterbindung und Durchschneidung des Stiels auch ohne besondere Anästhesierung nicht von Schmerz begleitet. Die Portio vaginalis ist nicht schmerzempfindlich, während das bei Operationen notwendige Herabziehen des Uterus Schmerz verursacht. Das Peritoneum des Blasenscheitels fand Lennander ebenfalls gefühllos.

Die Untersuchungen über die Sensibilität des Hodens und Nebenhodens sind noch so lückenhaft, daß darüber etwas Weiteres nicht zu sagen ist. Nur so viel ist sicher, daß eine sehr vollständige künstliche Anästhesierung beider nebst ihrer Hüllen nötig ist, wenn man Operationen an ihnen machen will.

Die Pleura parietalis verhält sich wie das Peritoneum parietale, sie ist schmerzempfindlich. Das kann schon bei jeder Probepunktion erkannt werden, wo die Kranken klagen, in dem Augenblick, wo die Nadel die Pleura durchbohrt, ferner bei der Thorakotomie, wenn die Anästhesierung ungenügend war. Dieser Meinung ist auch Lennander. Die Pleura pulmonalis dagegen ist unempfindlich. Garré sagt bei der Beschreibung der Technik der Lungenoperationen: „Wo zweizeitig ope-

riert wird, bedarf es für den zweiten Eingriff, die Pneumotomie, keiner Narkose oder Anästhesie; das Lungengewebe ist an und für sich fast unempfindlich.“ Damit stimmt die Erfahrung überein, daß Pleuritiden schmerzhaft, zentrale Pneumonien und chronische Lungenleiden, die nicht von Pleuritis begleitet sind, schmerzlos sind.

Endlich hat Lennander festgestellt, daß die Schilddrüse ganz empfindungslos gegen mechanische, chemische und thermische Reize ist.

Die Schmerzempfindlichkeit ist also eine sehr weit im Körper verbreitete Eigenschaft der Gewebe, die auch da vorhanden ist, wo andere Sinnesempfindungen oder Gemeingefühle fehlen. Dieser Umstand macht es sehr wahrscheinlich, daß für die Schmerzempfindung besondere Schmerznerven mit spezifischen Endorganen vorhanden sein müssen. In praktischer Hinsicht ergibt sich, daß ein örtliches Anästhesierungsverfahren nur dann Aussicht haben kann, erfolgreich mit der Narkose zu konkurrieren, wenn alle Gewebe eines Operationsfeldes, welche zerebrospinale Nerven enthalten oder enthalten können, künstlich unempfindlich gemacht werden. Nur die notorisch gefühllosen Gewebe, wie z. B. das Gehirn, die Bauchorgane, die Lunge, bedürfen einer Anästhesierung nicht.

Unter Anästhesie verstehen wir den Verlust der Sensibilität, unter Analgesie den Verlust des Schmerzgefühls allein.

Anästhesie kann künstlich hervorgerufen werden durch eine Unterbrechung zentripetal leitender, sensibler Nervenbahnen oder durch eine Funktionslähmung ihrer zentralen Endorgane im Gehirn oder ihrer peripheren Endorgane in den Geweben.

Betrifft diese Funktionslähmung die zentralen Endorgane, so entsteht zentrale Anästhesie, welche über den ganzen Körper verbreitet, gewöhnlich mit einer Störung des Bewußtseins verbunden ist, und welche, absichtlich erzeugt, als Narkose, selten als Hypnose, zu chirurgischen Zwecken Verwendung findet.

Eine Lähmung dagegen der in den Organen gelegenen peripheren Endigungen der sensiblen Nerven verursacht einen Zustand, den wir, in Übereinstimmung mit dem Sprachgebrauch der Physiologen, periphere oder terminale Anästhesie nennen wollen. Sie beschränkt sich genau auf diejenigen Gewebsteile, in denen die Funktion der Endorgane aufgehoben ist. Wird die Leitungsfähigkeit eines sensiblen Nervenstammes an irgend einer Stelle zwischen Gehirn und Peripherie unterbrochen, so werden die von diesen Nerven allein innervierten Gewebe anästhetisch. Wir nennen diesen Zustand Leitungsanästhesie.

Terminale und Leitungsanästhesie, wenn sie zur Erzeugung chirurgischer Schmerzlosigkeit dienen, fassen wir zusammen unter der Bezeichnung Lokalanästhesie, Lokalanalgesie, örtliche Schmerzlosigkeit.

Da unsere örtlich anästhesierenden Methoden mindestens ebenso oft eine Lähmung aller in Betracht kommenden Empfindungsqualitäten veranlassen, als eine Lähmung des Schmerzsinns allein ohne Beteiligung z. B. des Tastsinns, so liegt keinerlei Grund vor, von der alten, überall gebräuchlichen Bezeichnung „Lokalanästhesie" abzugehen. Die Bezeichnung örtliche Schmerzlosigkeit ist stilistisch viel zu unbequem, um sie überall anwenden zu können.

Die uns zu Gebote stehenden Mittel, Lokalanästhesie hervorzurufen, sind teils physikalisch, teils chemisch wirksam. Ein intensiver, einen Nervenstamm treffender mechanischer Druck macht denselben leitungsunfähig; eine intensive oder langdauernde Abkühlung, eine über ein gewisses Maß hinausgehende Aufquellung oder durch Wasserabgabe bedingte Schrumpfung der Nervenelemente hebt vorübergehend ihre Funktion auf. Dasselbe geschieht, wenn gewisse Arzneimittel, Lokalanästhetika, mit den Nervenelementen in wirksamen Kontakt gebracht werden.

Die Aufgabe der folgenden Kapitel wird es sein, die Geschichte, soweit sie nicht bereits besprochen ist, ferner die Theorie und Praxis dieser Methoden der Lokalanästhesie eingehend darzustellen.

3. Kapitel.

Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und der Anämie.

Durch mechanischen Druck auf einen Nervenstamm kann dessen Leitungsfähigkeit unterbrochen und eine, sämtliche von ihm innervierte Gewebe betreffende motorische und sensible Lähmung (Leitungsanästhesie) hervorgerufen werden. Beobachtungen im täglichen Leben (Einschlafen der Glieder, Radialislähmung bei Druck auf den Nervenstamm) und Erfahrungen bei der Amputation zum Zweck der Blutsparung abgeschnürter Glieder haben schon in alter Zeit die Ärzte veranlaßt, dies Verfahren als lokalanästhetische Methode zu versuchen. Wir haben die Geschichte derselben bereits verfolgt bis zu der Zeit, in der durch Esmarch die künstliche Entleerung des Blutes und die

Abschnürung der Extremitäten mit einem elastischen Schlauch oder einer elastischen Binde zu einem wesentlichen Bestandteil der chirurgischen Technik geworden war. Von den zahlreichen Autoren, welche in dieser Zeit die physiologischen Wirkungen der Blutleere abgeschnürter Glieder klinisch und experimentell studierten, gedenken die meisten auch der Sensibilitäts- und Mobilitätsstörungen, von denen die Glieder hierbei betroffen werden können. Was zunächst die tatsächlichen Ergebnisse dieser an Tieren und an gesunden und kranken Menschen angestellten Versuche betrifft, so zeigt sich, daß die große Mehrzahl der Beobachter (Nicaise, Verneuil, Billroth, Fischer, Bruns, Chauvel, Riedinger, Kappeler, Karewski u. a.) stets nur Parästhesien verschiedener Art, aber keine oder sehr geringe Herabsetzung der Schmerzempfindlichkeit an den abgeschnürten Gliedern fand, während einige von ihnen (z. B. Neuber, Iversen, Le Fort, Stockes) nach Abschnürung eines Arms oder Beins eine ziemlich ausgebreitete Anästhesie entstehen sahen, welche an den Fingern oder Zehen begann und sich allmählich mehr oder weniger weit über die Extremität verbreitete. Da sie nun doch zweifellos alle das Glied, an dem sie ihre Versuche anstellten, blutleer gemacht und bis zur Unterbrechung der Blutzufuhr abgeschnürt hatten, so erscheint die damals ziemlich allgemein verbreitete Ansicht, die Blutleere, die Anämie der Gewebe, verursache derartige Sensibilitätsstörungen, nicht sehr wahrscheinlich. Die alten Chirurgen, wie Juvet, Theden, Liégard (siehe 1. Kap.) haben dagegen nie eine andere Auffassung gehabt, als daß durch den Druck eines die Extremität umschnürenden Bandes auf deren Nervenstämme Leitungsanästhesie in der Peripherie erzeugt werde. Nimmt man eine Nachprüfung der erwähnten Versuche vor in der Weise, daß man nicht allein auf die Unterbrechung des Blutstroms achtet, sondern möglichst eine Dosierung des auf die Nervenstämme ausgeübten Druckes erstrebt, so läßt sich folgendes feststellen.

Periphere Umschnürungsanästhesie entsteht, wie bereits von Krieshaber, Verneuil u. a. betont worden ist, überhaupt nur dann, wenn der Druck des schnürenden Gummischlauches dasjenige Maß meist erheblich überschreitet, welches zur Unterbrechung des Blutstroms nötig ist. Man bedarf sehr starker Abschnürung, wenn man in absehbarer Zeit eine erkennbare Herabsetzung der Schmerzempfindlichkeit beobachten will, auch dann beschränkt sich dieselbe meist auf Hand und Fuß. Intensität und Ausdehnung der Umschnürungsanästhesie stehen ferner in direktem Verhältnis zur Stärke des auf den Nervenstämmen lastenden Druckes. Je ausgebreiteter die Sensibilitäts-

störungen in der Peripherie sind, desto mehr subjektive Beschwerden, oft unerträgliche Schmerzen macht die Schnürstelle. Maßgebend für den Druck auf die Nerven ist nicht allein die Festigkeit der Abschnürung, sondern auch die Beschaffenheit des Gliedes, die Beschaffenheit des schnürenden Materials, endlich der Ort, wo ein Glied umschnürt wird. Am Oberarm einer mageren Frau oder eines Kindes kann durch eine vorsichtig umgelegte Gummibinde der Blutstrom leicht völlig unterbrochen werden, ohne daß beträchtliche periphere Sensibilitätsstörungen oder subjektive Beschwerden entstehen. An muskulösen Gliedern gelingt das meistens nicht, man bedarf da zur Unterbrechung des Blutstromes eines Druckes, welcher auch die Nervenstämme nicht intakt läßt. Eine breite Gummibinde drückt begreiflicherweise weniger als ein an umschriebener Stelle angelegter dünner Gummiring. Ein Gummischlauch, fest um einen mageren Oberarm gelegt, veranlaßt sehr schnell Bewegungs- und Empfindungslähmung, aber auch bekanntlich sehr leicht bleibende, motorische Lähmungen. Sensible und motorische Lähmung im Gebiet des N. radialis tritt ganz besonders schnell ein, wenn ein Gummischlauch an der Stelle um den Oberarm gelegt wird, wo der Nervenstamm an der Außenseite unbedeckt von Muskulatur liegt. Da nun aus eben diesen Gründen die Dosierung des auf den Nervenstämmen lastenden Druckes sehr erschwert ist, so erklären sich ausreichend die Beobachtungsdifferenzen der oben erwähnten Autoren.

Ein weit geeigneteres Versuchsobjekt aber, wie die großen Gliedabschnitte, sind die Finger, an deren Basis man leicht unter sonst annähernd gleichen Versuchsbedingungen den fraglichen Faktor, die Intensität des Umschnürungsdruckes, dosieren, ohne zu große Belästigung selbst eine sehr feste Umschnürung längere Zeit ertragen kann, und wo ein sehr geringer Druck genügt, um die Blutzufuhr zu unterbrechen. Man schneide sich von einer Reihe von Gummischläuchen verschiedener Dicke und verschiedener Wandstärke Ringe ab und streife dieselben über die Finger bis an deren Basis. Man erzielt auf diese Weise völlige Blutleere und findet nun leicht denjenigen Ring, der — was leicht an der Farbe des Fingers kenntlich ist — den Blutstrom unterbricht, bei möglichst geringem Umschnürungsdruck. Man findet ferner solche Ringe, welche einen mittelstarken, und solche, welche einen sehr starken Druck ausüben, die intensivste Druckwirkung aber erhält man durch vielfache Umschnürung der Fingerbasis mit einem dünnen elastischen Gummischlauch.

Das Resultat dieser Versuche ist mit wenigen Worten geschildert. Die schwächsten und mittelstarken Ringe habe ich 2 Stunden liegen

lassen. Außer Parästhesien und taubem Gefühl habe ich in dieser Zeit in dem 1. Falle nur eine Herabsetzung der Tastempfindung am Endglied des Fingers, im 2. Falle eine Aufhebung derselben, die, am Endglied beginnend, sich allmählich auch auf das Mittelglied erstreckte, beobachtet. Die Empfindlichkeit aber gegen Nadelstiche war auch nach 2 Stunden eher gesteigert, jedenfalls nicht herabgesetzt. Stark schnürende Ringe veranlassen nach ½—1 Stunde neben den früher geschilderten Erscheinungen eine deutliche Herabsetzung auch der Schmerzempfindung am Endglied, bisweilen auch fortschreitend auf das Mittelglied des Fingers. Sind intensivere Sensibilitätsstörungen während der Umschnürung vorhanden, so treten nach Lösung derselben für kurze Zeit heftige, in den Finger schießende Schmerzen auf, während der Druck der Ringe selbst wenig Beschwerden macht. Stets beginnen die Sensibilitätsstörungen an der Spitze des Fingers und schreiten nach seiner Basis vor, stets steht ihre Ausbreitung und Intensität in direktem Verhältnis zum Schnürungsdruck, während die Anämie der Gewebe immer die gleiche ist.

Nach den neueren Untersuchungen von Boeri und Silvestro ist die Empfindlichkeit gegen Schmerz bei Kompression der Nervenstämme am widerstandsfähigsten von allen Sinnesqualitäten und verschwindet zuletzt. In der Mitte steht der Temperatursinn, am frühesten werden zerstört der Tast- und Drucksinn.

Eine völlige Analgesie des Fingers, welche für operative Zwecke ausgereicht hätte, habe ich nur einmal beobachtet, als ich mir mit einem dünnen Gummischlauch die Basis des Mittelfingers sehr fest mehrfach umschnürt hatte. Bereits nach 15 Minuten war der Finger fast völlig empfindungslos und blieb es auch nach Abnahme des Schlauchs. Erst nach Monaten stellte sich allmählich die normale Empfindlichkeit wieder her. Irgend welche Zirkulationsstörungen waren weder an der Schnürstelle noch sonst an dem Finger vorhanden, es handelte sich vielmehr um eine reine Nervenläsion, um eine Nervenquetschung mit ihren Folgen. Bei fester Abschnürung eines Arms oder Beins ist im allgemeinen das Entstehen einer bleibenden motorischen Lähmung eher zu erwarten als das einer sensiblen, denn nach den Untersuchungen von Lüderitz werden bei der Abschnürung die motorischen Nervenfasern leichter als die sensiblen durch Druck gelähmt und geschädigt; auch erholen sich nach entstandener Drucklähmung die sensiblen Fasern leichter als die motorischen. Diese Beobachtung entspricht durchaus der klinischen Erfahrung (Narkosenlähmung, Kompressionsmyelitis).

Wir müssen aus den Ergebnissen dieser Beobachtungen und Ver-

suche unzweifelhaft den Schluß ziehen, daß die alten Chirurgen recht gehabt haben, welche die Umschnürungsanästhesie als eine Folge der Nervenkompression betrachteten. Die die Umschnürung begleitende Anämie der Gewebe, die Unterbrechung der Ernährungszufuhr, kann nur von nebensächlicher Bedeutung sein, da sie erst in erheblich späterer Zeit eine Herabsetzung oder Aufhebung der Nervenfunktion bewirkt, als bei fester Abschnürung einer Extremität beobachtet werden kann. Am Finger, der in geeigneter Weise blutleer gemacht und erhalten wird, vergeht lange Zeit, bis eine Herabsetzung des Schmerzgefühls eintritt.

Das Verhalten der Nervenelemente bei verminderter oder aufgehobener Blutzufuhr ist kein einheitliches. Hirn, Medulla oblongata und Rückenmark der Warmblüter erweisen sich äußerst empfindlich gegenüber abnormen Schwankungen ihres Blutgehalts, während die peripheren Nervenstämme im Gegenteil in hohem Grade unabhängig von der Sauerstoffzufuhr sind (Ranke, Ewald) und stundenlang ohne Durchblutung leitungsfähig bleiben (Schiffer). Die sensiblen und motorischen Endorgane der peripheren Nerven nehmen, abgesehen von der sehr empfindlichen Netzhaut, eine Mittelstellung zwischen diesen Extremen ein, da sie nach Schiffers Versuchen an Warmblütern etwa eine Stunde nach Abschneidung aller Ernährungswege ihre Funktion einbüßen. In scheinbarem Widerspruch hierzu stand das Ergebnis des sog. Stensonschen Versuches (hohe Unterbindung der Bauchaorta) der Physiologen, wobei sofort die unteren Extremitäten in der motorischen und sensiblen Sphäre gelähmt werden. Schiffer und Weil haben jedoch gezeigt, daß diese momentane Lähmung eine Folge der gleichzeitig entstehenden völligen Anämie des unteren Rückenmarkabschnittes ist und ausbleibt, wenn die Aorta tiefer unten, dicht über ihrer Teilungsstelle unterbunden und die Blutleere dadurch auf die unteren Extremitäten beschränkt wird. Ehrlich und Brieger ist der Nachweis gelungen, daß bei den, dem Stensonschen Versuch unterworfenen und genügend lange am Leben erhaltenen Kaninchen der größte Teil des Querschnittes der grauen Substanz, sowie der vorwiegend motorischen Abschnitte der weißen Substanz des unteren Rückenmarkabschnittes zugrunde geht. Singer und Spronck haben später die Entwickelung und den Ausgang dieser anämischen Nekrose in ihren histologischen Details studiert.

Nachdem neuerdings Katzenstein auf Grund von Tierversuchen zu Anschauungen gekommen ist, welche denen Schiffs widersprechen, und Schlesinger in Fällen von plötzlichem embolischem Gefäßverschluß an den unteren Extremitäten anscheinend bereits wenige Minuten nach dem Eintritt der Embolie eine ischämische, sensible Lähmung eintreten sah, bedarf diese Frage einer neuen Bearbeitung. Wie auch das Ergebnis derselben sein wird, daran, daß bei der Umschnürungsanästhesie der Druck auf die Nervenstämme das Wesentliche ist, wird nicht zu rütteln sein.

Ebenso vereinzelt, wie in früheren Jahrhunderten, ist auch in neuerer Zeit die Umschnürungsanästhesie gelegentlich bei der Ausführung chirurgischer Operationen an den Extremitäten verwendet worden. Esmarch sagt in seiner Mitteilung über „künstliche Blutleere“, daß er das Verfahren wegen seiner lokalanästhetischen Wirkungen fast

immer bei kleineren Operationen an den Fingern und Zehen anwende, z. B. bei Inzisionen wegen Panaritium, beim Ausreißen eingewachsener Nägel, Exartikulationen von Phalangen u. dgl. Stockes und Le Fort berichten über einige größere Operationen (Exstirpation eines Karzinoms am Handrücken, Resektion des Ellenbogengelenks, Unterschenkelamputation), welche sie auf diese Weise schmerzlos haben ausführen können. In neuester Zeit hat Kofmann die Abschnürung der Extremitäten als Anästhesierungsmethode wieder empfohlen. Es ist jedoch nicht sehr wahrscheinlich, daß sie dadurch zu neuem Leben erwachen wird. Dazu ist sie zu unsicher, und ihre Übelstände sind zu große. Der erforderliche Druck auf die Nervenstämme muß so erheblich sein und ist so schlecht dosierbar, daß die Gefahr einer Gangrän an der Schnürstelle und die Entstehung unbeabsichtigter bleibender motorischer und sensibler Lähmungen schwerlich mit Sicherheit wird vermieden werden können. Den ersten Übelstand hat Kofmann selbst erlebt, den zweiten habe ich teilweise an meinem eigenen Leibe erfahren. Ferner ist eine sehr feste, andauernde Abschnürung der Extremitäten an und für sich außerordentlich schmerzhaft für jeden nicht besonders unempfindlichen Menschen. Aus den genannten Gründen ist die Anwendung der Kompressionsanästhesie in der Chirurgie mit Recht immer und immer wieder aufgegeben worden schon in einer Zeit, wo bessere und sicherere Methoden der allgemeinen und lokalen Anästhesierung noch nicht existierten.

4. Kapitel.

Die Anästhesierung durch Kälte.

Eine größere praktische Bedeutung kommt der durch Einwirkung niedriger Temperaturen verursachten Lähmung der Nervenfunktion zu. Schon lange bekannt (s. 1. Kap.), wurde diese Methode zuerst von Arnott (1848) in größerem Maßstabe zu chirurgischen Zwecken versucht. Er benutzte zur raschen und intensiven Abkühlung der Gewebe Gazebeutel und Schweinsblasen, welche, gefüllt mit einer Mischung von Eis und Kochsalz, auf die Haut des Operationsfeldes gelegt wurden, und äußerte sich über seine Beobachtungen folgendermaßen. Die durch starke Abkühlung erzeugte Anästhesie der Gewebe erstrecke sich zwar nur auf die äußeren empfindlichen Teile; da jedoch viele Operationen

nur diese betreffen und in ihnen der Hauptsitz starken Schmerzes sei, so reiche die Einwirkung der Kälte für sie vollkommen aus und sei jedenfalls der durch Chloroform und Äther bewirkten Bewußtlosigkeit vorzuziehen, selbst wenn dem Kranken ein mäßiger Schmerz nicht zu ersparen sei. Die Anwendung der Kälte in dieser Form sei völlig unschädlich und gefahrlos. Nach Velpeaus Erfahrungen verleiht Arnotts Methode der Haut eine zur Ausführung oberflächlicher Operationen genügende Unempfindlichkeit. Auch von Num, Herzog, Illig, Wittmeyer u. a. wurde sie lebhaft empfohlen und später (1876) noch einmal von Galeczowski bei Lidoperationen in Anwendung gezogen. Im übrigen aber wurde sie bald verlassen, nachdem durch Benutzung der Verdunstungskälte flüchtiger Flüssigkeiten das Verfahren wesentlich vereinfacht worden war.

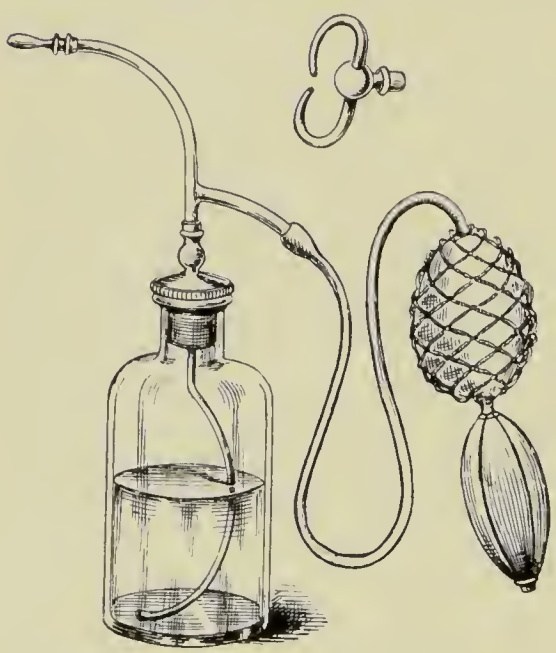


Fig. 1. Richardsons Ätherspray.

Demarquay, Guérard, Richet u. a. ließen Schwefeläther auf die Haut des Operationsgebietes tropfenweise auffallen, brachten ihn mit Hilfe eines Blasebalgs oder besonderer zu diesem Zwecke konstruierter „Ventilationsapparate“ zur Verdunstung und fanden, daß so die Haut unempfindlich gemacht werden konnte. Richets Erfahrungen (1854) zeigen in der Tat, daß ein großer Fortschritt gemacht war, und daß bis dahin die Lokalanästhesie noch niemals gleich gute Erfolge hatte aufweisen können. Allgemeinen Eingang in die Chirurgie aber fand die Anästhesierung durch Kälte doch erst, nachdem Richardson (1866) einen Vorschlag Giraldés verwirklicht hatte, Äther und Chloroform zum Zweck der Lokalanästhesie in fein verteiltem Strahl auf die Haut aufzustäuben. Richardsons Ätherzerstäubungsapparat (Fig. 1) besteht aus einem in eine feine Spitze auslaufenden Metallrohr, durch welches mit Hilfe eines Gummigebläses ein starker Luftstrom geschickt wird. Ihm mischt sich, angesaugt durch ein zweites Metallrohr, der in einer Glasflasche enthaltene Äther bei, wird in feinste Teilchen zerstäubt und verdunstet sehr rasch unter Entwicklung intensivster Kälte. Zur Anwendung bei Zahnextraktionen dient ein gabelförmiger Ansatz mit zwei Ausflußöffnungen. Unter der Einwirkung des Ätherstrahls sinkt die Quecksilbersäule eines Thermometers

rasch auf — 15 bis — 20° C, eine Quantität in einem Reagenzglas enthaltenes Wasser verwandelt sich alsbald in Eis. Richtet man ihn aus einer Entfernung von etwa 5 cm auf die Haut, so wird dieselbe zuerst rot, nach einigen Minuten weiß, hart und völlig unempfindlich, sie ist gefroren. Manchmal bleibt das Hart- und Weißwerden der Haut aus, während sie schon unempfindlich ist. Reizt man sie jetzt mechanisch, drückt man z. B. den Rücken eines Skalpells auf sie oder ritzt sie oberflächlich mit der Messerschneide, so tritt nunmehr plötzlich nachträglich jene Veränderung in der Farbe und Konsistenz des Gewebes auf. Nicht jeder Äther ist hierzu geeignet. Zur Erzielung einer genügend intensiven Wärmeentziehung bedarf man eines reinen, wasserfreien Schwefeläthers, welcher ein spez. Gewicht von 0,720 hat, bei 34,5° siedet und als sog. Narkosenäther heute überall zu haben ist. Empfindliche Teile, z. B. die Skrotalhaut, müssen vor der direkten Einwirkung des Äthers durch Einreiben mit Vaselin oder Glyzerin oder durch Einschaltung einer Metallplatte (Prosoroff), welche durch den Ätherstrahl abgekühlt wird, geschützt werden. Um Überfließen des nicht verdunsteten Äthers über die Haut, z. B. in der Umgebung der Augen, zu verhüten, konstruierte von Lesser Metallkästchen, deren Form sich den verschiedenen Körperteilen anpassen läßt. Sie werden zu $^3/_4$ mit Äther gefüllt, den ein hindurchgeschickter Luftstrom zur raschen Verdunstung bringt und fest an die Haut angedrückt, bis sie gefriert. Nach dem gleichen Prinzip ist eine von Braatz angegebene Vorrichtung gebaut, welche speziell dazu bestimmt ist, ganz kleine umschriebene Teile der Haut oder Schleimhaut unempfindlich zu machen zum Zweck nachfolgender Einspritzung anästhesierender Flüssigkeiten. Diese Apparate sind entbehrlich und haben eine weitere Verbreitung niemals erlangt. Die Einwirkung des Äthers auf die Gewebe ist naturgemäß weit intensiver, tiefer gehend und anhaltender, wenn an den Extremitäten zuvor durch Abschnürung die Zufuhr frischen, warmen Blutes zum Operationsgebiet unterbrochen wurde (Girard 1874). Die Abkühlung und Eisbildung im Gewebe tritt alsdann sehr schnell ein, das Wiederauftauen und die Rückkehr der Sensibilität erfolgt sehr langsam.

Anstatt des Schwefeläthers sind auch andere Kohlenwasserstoffe im Richardsonschen Apparat gebraucht worden. Nur als die hauptsächlichsten sollen hier genannt werden: Bromäthyl (Siedepunkt + 38° [Terillon, Monod, Perrier, Berger]), Schwefelkohlenstoff (Siedepunkt + 48° [Simonin, Delcominète, Claude Bernard]), Petroläther (Siedepunkt + 38° [Bigelow, Warren]), Chloroform (Siedepunkt + 61°), Äthylenchlorid (Liquor hollandicus, Siedepunkt + 85°),

Amylen (Siedepunkt $+35^0$), Robbins anaesthetic Ether (ein Gemenge von Methylalkohol und Chloroform). Die lokalanästhesierenden Fähigkeiten aller dieser Präparate stehen im umgekehrten Verhältnis zur Höhe ihres Siedepunktes (Rosenthal, Bumm), sie gewinnen sie also lediglich durch die Intensität der Wärmeentziehung, welche sie bei der Verdunstung entwickeln. Ihre chemisch-narkotische Wirkung auf die sensiblen Nerven am Ort der Applikation hat nicht die Bedeutung, welche ihr von den älteren Autoren zugesprochen worden ist. Einen gelegentlich zu verwertenden Vorteil vor dem Äther besitzt unter ihnen nur das Bromäthyl, insofern es nicht brennbar ist.

Die experimentellen Arbeiten von Grützner, Gendre, Heinzmann und Fratscher geben Aufschluß über das physiologische Verhalten der tierischen Nervensubstanz bei Abkühlung. Mäßig abgekühlte Nerven behalten längere Zeit ihre Erregungsfähigkeit. Abkühlung auf $+5^0$ C setzt die Erregbarkeit aller Nervenfasern herab, Abkühlung bis zur Eisbildung unterbricht die Nervenfunktion, doch bewahrt der Nerv, wieder aufgetaut, seine Reizbarkeit. Plötzliche intensive Abkühlung wirkt als Reiz, bei langsamer Abkühlung selbst auf -4^0 bis -6^0 bleibt dieser Reiz aus. Unzweifelhaft ist es die Abkühlung selbst und allein, welche diese Beeinträchtigung der im Nerven sich abspielenden molekularen Umsetzungen bedingt; letztere bedürfen eben einer annähernd normalen Temperatur, um normal verlaufen zu können. Unter dem andauernden Einfluß niederer Temperaturen auf die menschliche Haut entsteht zunächst eine Kontraktion der glatten Muskulatur der Haut und ihrer Gefäße, später eine Lähmung derselben. Die Haut sieht deshalb anfangs blaß, nachher livide aus. Alsdann stockt die Zirkulation in den Hautgefäßen völlig, und teils dadurch, teils infolge der direkten Einwirkung der Kälte werden sämtliche Funktionen des lebenden Protoplasmas mehr oder weniger schnell gestört und unterbrochen, die Gewebe werden gefühllos und verfallen bei andauernder Abkühlung der Gangrän, oder es bleiben schwere Zirkulationsstörungen in ihnen zurück. Diese Vorgänge werden auch bei Temperaturen über 0^0 beobachtet, bedürfen aber dann längerer Zeit zu ihrer Entwicklung. Die verschiedenen Sinnesqualitäten der Haut verhalten sich der Einwirkung der Kälte gegenüber nicht gleichartig. Nach Boeri und Silvestro bleibt der Drucksinn unter dem Einfluß niederer Temperaturen ziemlich lange intakt, der Tastsinn wird weniger, der Temperatursinn mehr geschädigt, am schnellsten und vollständigsten erlischt die Schmerzempfindung.

Um die Abkühlung praktisch für die Lokalanästhesie verwerten zu

können, bedarf man sehr niedriger Temperaturgrade, durch welche die Gewebe rasch auf und unter ihren Gefrierpunkt (—0,55 bis —0,56°) abgekühlt werden. Wie lange Zeit das in Anspruch nimmt, das hängt nicht allein von der Intensität der Wärmeentziehung, sondern auch von der Beschaffenheit, namentlich der Blutfülle der Gewebe ab. Stark von Blut durchströmte, hyperämische Gewebe kühlen langsamer ab als anämische. Mit der Abkühlung unter ihren Gefrierpunkt erlischt sofort die Funktion der sensiblen Nerven, es tritt Lähmung der in dem Gewebe liegenden sensiblen Nervenendigungen ein, terminale Anästhesie, in der Ausdehnung, als die Gewebe gefroren sind. Die schnelle Abkühlung der Gewebe bedingt zuvor einen Schmerz verursachenden Reiz. Nach ihrem Wiederauftauen kehrt die Sensibilität nach sehr kurzer Zeit zurück, vorausgesetzt, daß nicht infolge zu starker oder zu langer Abkühlung eine dauernde Schädigung verursacht wurde, die Unempfindlichkeit macht einer beträchtlichen Hyperästhesie Platz. Alle diese Erscheinungen sind ebenfalls als eine direkte und alleinige Folge der starken Abkühlung der Gewebe aufzufassen.

Der bei der Anwendung des Ätherspravs zu beobachtenden und oben bereits erwähnten Erscheinung, daß die zuvor gerötete Haut bei fortgesetzter Abkühlung plötzlich blutleer, weiß wird, und daß dieser Vorgang leicht hervorgerufen werden kann, wenn die gerötete Stelle oberflächlich eingeritzt wird, hat Letamendi eine sehr gezwungene, sicher nicht zutreffende Erklärung gegeben. Er nimmt nämlich an, daß die Anästhesie durch extremen Krampf der vasomotorischen Nerven entsteht, zu dessen Zustandekommen eine Reaktionsbewegung der dilatierten Kapillaren erforderlich sei, die man durch die Ätherzerstäubung allein nur ausnahmsweise erziele, während eine leichte Entleerung der hyperämischen Gefäße oder eine geringe Steigerung der nervösen Spannung des Gefäßnetzes, wie sie eine seichte Inzision bedinge, rasch den Gefäßkrampf veranlasse. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß ein extremer Gefäßkrampf, eine Anämie, niemals sofort die Funktion der sensiblen Nerven unterbricht, und daß ferner die Aufhebung der Sensibilität dem Weißwerden der Haut oft vorangeht. Das plötzliche Weiß- und Hartwerden der Haut ist vielmehr als eine rein physikalische Erscheinung, bedingt durch die Eisbildung im Gewebe, zu betrachten, während das Ausbleiben oder die Verzögerung des Vorgangs, sowie sein plötzliches Auftreten bei mechanischen Insulten ihre naheliegende Erklärung in der stattfindenden Unterkühlung der Gewebe unter ihren Gefrierpunkt mit Verzögerung der Kristallisation finden. Bei Gefrierpunktsbestimmungen zeigt sich, daß eiweißhaltige Flüssigkeiten, wie

Blut, sehr weit, viel weiter als rein wässerige Lösungen, unterkühlt werden können, bevor es zur Eisbildung in ihnen kommt. Bei den neueren schnell wirkenden Mitteln zur Anästhesierung durch Kälte, welche den Richardsonschen Ätherspray fast ganz verdrängt haben, tritt die Eisbildung in der Regel sehr schnell ein, ohne daß man besonderer Hilfsmittel bedarf.

Man bedient sich heute meist der intensiven Verdunstungskälte von Flüssigkeiten, deren Siedepunkt viel tiefer liegt als der des Äthers, nämlich des Chloräthyls, des Chlormethyls, der flüssigen Kohlensäure. Sie sind bei gewöhnlicher Zimmertemperatur und normalem, atmosphärischem Druck gasförmig und müssen deshalb in sicher verschließbaren Gefäßen unter Druck aufbewahrt werden.

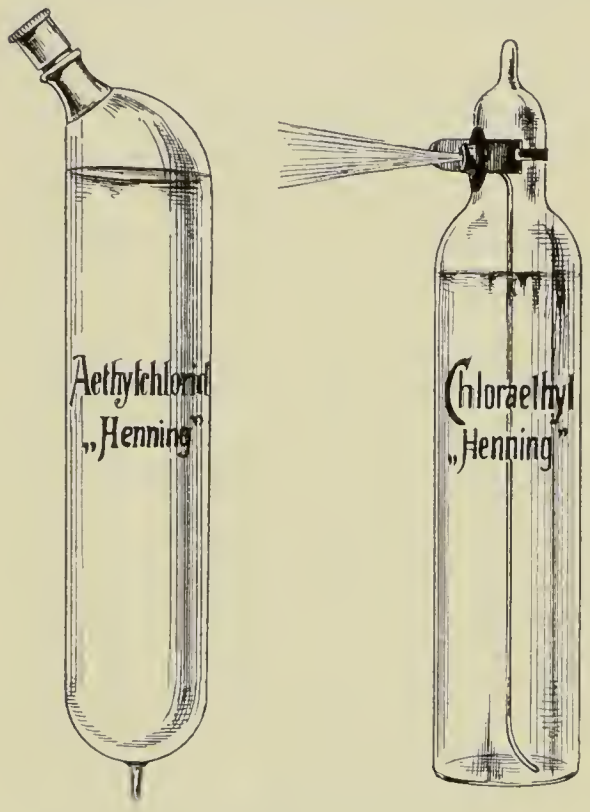


Fig. 2. Äthylchloridtuben.

Chloräthyl (Äthylchlorid oder Kelen) C_2H_5Cl ist ein farbloses Gas, das sich bei niederer Temperatur zu einer farblosen, bei $+11^0$ siedenden Flüssigkeit verdichtet. Rein oder gemischt mit Schwefeläther ist es bereits 1867 von Rottenstein zur Lokalanästhesie angewendet worden, fand aber erst durch Redard, Baudouin, Ehrmann, Gans, von Hacker allgemeinen und schnellen Eingang in die chirurgische und zahnärztliche Praxis. Das bis vor kurzem ausschließlich aus Frankreich und der Schweiz importierte Mittel wird jetzt in mehreren deutschen Fabriken*) ebensogut und wesentlich billiger hergestellt. Es kommt in Metalltuben und in zugeschmolzenen oder mit einer Metallverschraubung verschlossenen Glastuben mit 10—100 ccm Inhalt in den Handel. Am zweckmäßigsten sind Glastuben mit Metallverschluß, deren kapillares Ausflußrohr stumpf oder rechtwinkelig zur Längsachse der Tube steht (Fig. 2). Man öffnet die Tube durch Abschrauben des Verschlußdeckels, oder bricht das Kapillarrohr der zugeschmolzenen Tube ab. Praktisch sind auch die neuerdings in den Handel gebrachten

*) Z. B. Dr. G. F. Henning, Speyer und von Karger, beide in Berlin u. a.

Tuben mit Verschlußdeckel, der durch einen Fingerdruck geöffnet werden kann. Sie können zum Wiederfüllen der Fabrik zurückgegeben werden. Es genügt die Handwärme, um das in der Tube befindliche Chloräthyl unter Druck zu setzen und bei geeigneter Stellung des Ausflußrohres in kräftigem Strahl herausspritzen zu lassen. Die Verdunstungskälte des Mittels erzeugt eine Temperatur von —35° C und läßt die Haut sofort gefrieren, wenn man es aus einer Entfernung von 30—40 cm auf die zu anästhesierende Stelle aufstäubt und durch Anblasen die Verdunstung beschleunigt.

Ein für die Anwendung des Chloräthyls bei Zahnextraktionen unentbehrlicher Apparat ist der Kühnensche Gabelvereiser (Fig. 3). Er läßt sich auf die Henningschen Tuben anschrauben. Unter Zuführung

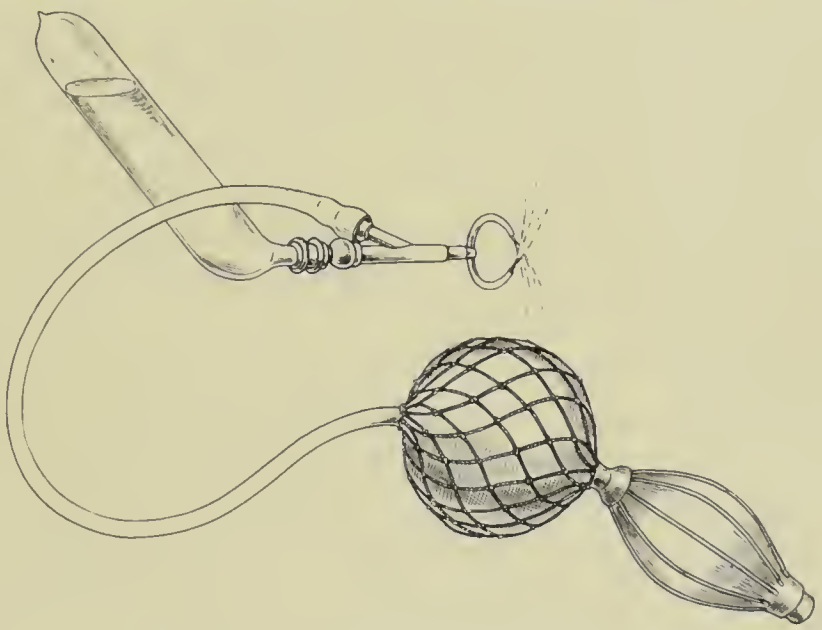


Fig. 3. Kühnenscher Gabelvereiser.

eines kontinuierlichen Luftstromes wird das aus den beiden Öffnungen der Gabel ausströmende Chloräthyl rasch zum Verdunsten gebracht und gleichzeitig zu beiden Seiten des Zahns auf das Zahnfleisch aus nächster Nähe appliziert (Kirchner). Über die Art der Verwendung s. 11. Kap.

Chlormethyl, Methylchlorid, CH_3Cl, stellt, unter hohen Druck gebracht, eine farblose Flüssigkeit dar, welche bereits bei —23° siedet. Es muß deshalb in widerstandsfähigen Gußstahlzylindern aufbewahrt werden und wurde zuerst von Lallier und Debove zu lokalanästhetischen Zwecken empfohlen. Sie bedienten sich direkt des aus dem Behälter ausströmenden Flüssigkeitsstrahls, der eine Temperaturerniedrigung auf —55° veranlaßt und deshalb auch sehr leicht Schädi-

gungen der Haut, Blasenbildung und Gangrän verursacht. Zweckmäßiger und weniger bedenklich erscheint, wenn man das Mittel anwenden will, Baillys indirektes Verfahren. Tampons von verschiedener Form und Größe, welche innen aus Watte, außen aus Flockenseide und einer Schicht Seidengaze bestehen, werden mit Chlormethyl getränkt, indem man sie in den dem Metallbehälter entströmenden Strahl hält oder in das flüssige Chlormethyl taucht, welches sich in einem von Bailly konstruierten Thermoisolator fast drei Stunden aufbewahren läßt. Dieser Apparat besteht aus einem 15 cm langen Glasrohr, das axial in einem auf Holzfuß befestigten Glasgefäß angebracht ist. Die Ränder der Röhre sind mit denen des sie umschließenden Gefäßes luftdicht verbunden, der Zwischenraum ist luftleer gemacht. Das Ganze ist durch einen schlechten Wärmeleiter isoliert, der Innenraum, welcher das Chlormethyl enthält, durch einen Korkstöpsel abgeschlossen. Ein denselben durchbohrendes Kapillarrohr ermöglicht das Entweichen des gasförmig gewordenen Chlormethyls. Die Tampons werden mit Zangen aus Holz oder Hartgummi gefaßt und in der beschriebenen Weise mit Chlormethyl getränkt. Eine derartig mit Tampon versehene Zange nennt Bailly „Stype", die mit derselben vorgenommene Anästhesierung „Stypage". Die Tampons werden auf die zu anästhesierende Hautstelle so lange aufgehalten, bis das Gewebe gefroren ist, was nach wenigen Sekunden geschieht. Durch einen mit Chlormethyl getränkten Haarpinsel läßt sich die Anästhesie auf kleinste Gebiete beschränken; bei unvorsichtiger Handhabung kann aber das Mittel, auch wenn es in dieser indirekten Form gebraucht wird, Gewebsläsionen verursachen (Feibes).

Unter der Bezeichnung Anästol, Anästyl, Metäthyl, Koryl kommen Mischungen von Chloräthyl mit Chlormethyl in verschiedenem Verhältnis in den Handel. Sie wirken noch schneller als reines Chloräthyl, aber nicht so heftig wie Chlormethyl, und werden angewendet wie das erstere.

Mit noch größerer Vorsicht wird die von Wiesendenger und Kümmell empfohlene flüssige und feste Kohlensäure zur Anästhesierung angewendet werden müssen. Die direkte Applikation des aus einem Ballon ausströmenden Strahls der schon bei -78^0 siedenden Substanz auf die Haut ist natürlich ausgeschlossen. Nach Wiesendenger läßt man die flüssige Kohlensäure in eine Metalltube laufen oder füllt dieselbe mit fest gestampftem Kohlensäureschnee. Bei Berührung der Haut mit dem kalten Metall tritt Anästhesie ein. Vorsicht ist auch bei diesem Verfahren angebracht.

Von den hier erwähnten Mitteln ist das reine Chloräthyl neben dem

alten Ätherspray am meisten zu empfehlen und hat schnell eine sehr weite Verbreitung erlangt. Die kleinen Glastuben, in denen es versendet wird, sind sehr bequem, ihre Anwendung ist sehr einfach, das Mittel ist nicht teuer; 100 ccm kosten zirka 3 M., die einmalige Anästhesierung kommt auf wenige Pfennige zu stehen. Eisbildung in der Haut oder Schleimhaut und Gefühllosigkeit derselben wird auch in blutreichen Geweben nach Bruchteilen einer Minute erzielt, Frostschädigungen lassen sich vermeiden, wenn gewisse Vorsichtsmaßregeln beachtet werden. Hierzu gehört, daß die Berieselung mit Chloräthyl bald unterbrochen wird, nachdem einmal die oberflächlichen Gewebsschichten gefroren sind. Wird die Abkühlung der Gewebe alsdann noch längere Zeit fortgesetzt, um etwa eine größere Tiefenwirkung zu erzielen, so erlebt man fast unfehlbar dauernde Schädigungen der Haut. Ferner ist es nicht ratsam und auch unnötig, mit dem Chloräthylspray die künstliche Blutleere zu verbinden. So angebracht sie beim Gebrauch des Äthers ist, so wenig ist sie es beim Chloräthyl, dessen intensive Verdunstungskälte an abgeschnürten Extremitäten selbst bei sehr kurzer Einwirkung Dermatitis, Blasenbildung und oberflächliche Gangrän verursachen kann. Das von vielen Autoren empfohlene Einreiben der Haut mit Vaseline oder Glyzerin mildert die Einwirkung der Kälte nicht nennenswert; es schützt nur die Haut vor chemischer Reizung seitens der zur Anästhesierung angewendeten Mittel, wie z. B. der Schwefeläther zeigt. Chloräthyl reizt aber die Haut an sich so gut wie gar nicht.

Eine Veranlassung, Flüssigkeiten mit tieferem Siedepunkt als Chloräthyl zur Anästhesierung durch Kälte zu verwenden, liegt meiner Ansicht nach nicht vor, denn der damit anscheinend verbundene Vorteil, daß Gefühllosigkeit der Haut einige Sekunden früher zu erzielen ist, wird reichlich wett gemacht dadurch, daß die künstliche Abkühlung ebenso schnell unterbrochen werden muß und die anästhesierende Wirkung eine immer oberflächlichere wird. Dahingegen sollte der Richardsonsche Ätherspray nicht ganz vergessen werden. Man braucht zwar einige Minuten länger, bis die Haut gefriert und gefühllos wird, es unterliegt aber keinem Zweifel und ist auch ganz natürlich, daß bei langsamer Abkühlung der Gewebe zum mindesten eine Abstumpfung der Sensibilität auch tieferer Teile möglich ist ohne die Gefahr einer Schädigung der Haut. Ferner ist der der Anästhesie vorangehende Nervenreiz um so geringer, je langsamer die Abkühlung erfolgt.

Die Brennbarkeit mancher Kohlenwasserstoffe und ihrer Dämpfe erheischt große Vorsicht. In Gegenwart offener Flammen und des glühenden Thermokauters darf der Ätherspray nicht verwendet werden.

Flüssiges Chlormethyl und Chloräthyl sind zwar brennbar, aber ihre Dämpfe entzünden sich auch an einer offenen Flamme, in die man sie hineinströmen läßt, nicht und sind nicht explosiv. Man kann daher ohne Sorge den Chloräthylspray benutzen und die gefrorenen Gewebe nachher mit dem Thermokauter verschorfen. Bromäthyl und selbstverständlich auch Kohlensäure sind überhaupt nicht brennbar. In neuester Zeit kommt Chloräthyl in den Handel, in welchem reines basisches Kokain gelöst ist (Bardet). Da jedoch das Chloräthyl hierbei lediglich als Lösungsmittel dient, erörtern wir diese Anwendungsform des Kokains an anderer Stelle.

Die Anästhesierung durch Kälte hat den Vorteil, sehr einfach in ihrer Handhabung zu sein. Ohne große technische Vorkenntnisse kann sie jeder Arzt überall anwenden, wenn er das stets gebrauchsfertige Chloräthylröhrchen seinem Instrumentarium einverleibt. Diesem Vorteile stehen aber Nachteile gegenüber, welche sie als eine ideale lokalanästhetische Methode keineswegs erscheinen lassen. Die Gefahr einer Frostschädigung der Gewebe ist ja bei einiger Vorsicht wohl zu vermeiden, jedenfalls kommt sie an Körperstellen mit freier Blutzirkulation sehr selten vor. Weit mehr wird die Brauchbarkeit der Methode dadurch beeinträchtigt, daß die Gefühllosigkeit nicht weit in die Tiefe dringt, daß ferner die hart gefrorenen Gewebe undifferenzierbar sind, kranke und gesunde Teile nicht mehr unterscheiden lassen, ein präparatorisches Operieren nicht zulassen, und daß endlich sowohl das Gefrieren, wie das Auftauen der Gewebe als Schmerz, von vielen Menschen an entzündeten, hypersensiblen Teilen sogar als sehr heftiger Schmerz empfunden wird. Deshalb ist seit ihrer Einführung bis zum heutigen Tage die Anästhesierung durch Kälte in der Regel nur angewendet worden zur Ausführung kurz andauernder und oberflächlicher Eingriffe. Die Versuche, sie bei größeren chirurgischen Operationen allein zu verwenden, sind immer vereinzelt geblieben. Wir hören von Dolbeau, daß er mit befriedigendem Ergebnis eine Resektion der Skapula unter Ätherspray gemacht habe, indem er die Schnittfläche immer wieder von neuem dem Ätherstrahl aussetzte. Es muß ein solches Verfahren scheitern, teils an der Unmöglichkeit der Ausführung in den meisten Fällen, teils an der Blutung, die durch den Ätherstaub keineswegs gestillt wird, teils an der Wirkung der Kälte selbst, welche eine sorgfältige Präparation der tieferen Schichten verhindert, die Instrumente mit einer Eiskruste bedeckt und den Fingern ihr sicheres Gefühl nimmt (Kappeler).

Eine Ovariotomie unter Ätherspray versuchte Spencer Wells. Der Bauchschnitt konnte schmerzlos ausgeführt werden, zur Lösung der

Adhäsionen war Chloroformnarkose nötig. Richardson und Greenhalgh vollführten mit Hilfe des Ätherspravs einen Kaiserschnitt fast schmerzlos. Es unterliegt keinem Zweifel, daß von größeren Eingriffen Bauchoperationen jedenfalls noch am ehesten der Anästhesierung durch Kälte zugänglich sind. Es liegt das aber nicht an der Vollkommenheit der Methode, sondern daran, daß in manchen Fällen, aber keineswegs immer, die Anästhesierung der Bauchdecken oder selbst nur der Haut genügt, um die Operation zu ermöglichen, da die weiteren intraabdominellen Manipulationen häufig sehr gut ertragen werden. Einer Verallgemeinerung dieses Verfahrens, wie sie neuerdings von Bloch befürwortet wird, stehen aber doch erhebliche Bedenken gegenüber. Bloch ist der Ansicht, daß meist die Anästhesierung der Haut, wozu er sich des Chloräthyls bedient, genüge, um viele große Operationen vornehmen zu können, ohne dem Kranken erwähnenswerte Schmerzen zu verursachen. Er berichtet über 503 derartige Operationen, darunter zahlreiche Herniotomien, Tracheotomien, Thorakotomien, Kolostomien und andere Operationen. Es ist unzweifelhaft richtig, daß bei sehr vielen, auch größeren chirurgischen Eingriffen und namentlich, wie schon erwähnt, Bauchoperationen, der Hautschnitt der schmerzhafteste Teil der Operation ist und mit Hilfe des Chloräthyls unempfindlich wird. Aber auch für das Ertragen der weiteren Manipulation ist doch in der Regel ein Heroismus nötig, der nicht überall und bei allen Kranken zu finden ist. Die Bedenken, die sich der Anwendung jeder unsicheren und unvollkommenen Anästhesierungsmethode entgegenstellen, sind bei Blochs Verfahren auch vorhanden. Für die Anästhesierung des Hautschnitts allein oder in Verbindung mit Narkose besitzen wir außerdem bessere Methoden als die Applikation des Chloräthylsprays.

Die Anwendung der Kälte als Lokalanästhetikum dürfte nach wie vor im allgemeinen zu beschränken sein auf rasch ausführbare, oberflächliche Inzisionen, namentlich Abszeß-, Furunkel-, Fistelspaltungen, Punktionen von Körperhöhlen und ähnliche kleine Eingriffe an Haut und Schleimhaut. Und selbst da ist die Wirkung oft recht mangelhaft, weil namentlich bei starker Entzündung auch die tieferen Teile sehr empfindlich sind und, auch wenn die Haut gefroren und unempfindlich ist, jeder Druck und jede Zerrung der Gewebe heftigen Schmerz verursacht.

Recht oft gelingt es, Extraktionen gut zugänglicher, periostitisch erkrankter Zähne leichter erträglich oder selbst unempfindlich zu machen, wenn das Zahnfleisch zu beiden Seiten der Alveole durch den Äthylchloridstrahl zum Gefrieren gebracht wird. Bei Pulpitis ist dies Ver-

fahren jedoch seiner großen Schmerzhaftigkeit wegen gewöhnlich nicht anwendbar.

Die Tatsache, daß die Leitungsfähigkeit freigelegter Nervenstämme bei Tieren durch starke Abkühlung beeinträchtigt oder aufgehoben werden kann, hat Versuche veranlaßt, auch beim Menschen durch perkutane Einwirkung der Kälte auf Nervenstämme Leitungsanästhesie in ihrem Verbreitungsbezirk hervorzurufen. Von der Möglichkeit einer derartigen Beeinflussung oberflächlich gelegener Nervenstämme kann man sich sehr leicht durch Versuche am eigenen Körper überzeugen.

Ich ließ den Äthylchloridstrahl auf die Gegend des N. ulnaris am Condylus int. humeri einwirken. Nachdem Eisbildung in der Haut eingetreten war, verging unter fortdauernder Abkühlung etwa noch eine halbe Minute, bis der Nervenstamm affiziert wurde. Es traten plötzlich äußerst heftige Schmerzen im ganzen Verbreitungsbezirk desselben auf, dann, nach etwa einer Minute, entstand am Vorderarm, sowie im vierten und fünften Finger taubes Gefühl und stellenweise Anästhesie. Der Eintritt vollkommener Leitungsunterbrechung konnte der intensiven Schmerzen wegen nicht abgewartet werden. Zwei Minuten nach Unterbrechung der Chloräthylbestäubung war nichts mehr von der Beeinträchtigung der Nervenfunktion zu bemerken. Hingegen bildeten sich an der Applikationsstelle Blasen und ein schmerzhaftes Infiltrat. Am N. radialis dicht über dem Handgelenk gelang der Versuch insofern besser, als die Leitungsfähigkeit des Nerven für kurze Zeit völlig aufgehoben werden konnte. Im übrigen zeigte sich hier das gleiche wie dort, sobald die Frostwirkung den Nerven erreicht hatte, traten sehr charakteristische, kaum erträgliche Schmerzen auf, die Haut an der Applikationsstelle des Chloräthyls wurde schwer geschädigt, es entstand eine langsam heilende, schmerzhafte Ulzeration.

Geeigneter als der Chloräthylstrahl erweist sich, wie oben erwähnt, der Ätherspray, wenn man Tiefenwirkungen beabsichtigt. Es dauert dabei allerdings mehrere Minuten, bis z. B. im N. ulnaris oder radialis die Leitung unterbrochen ist, und die vorangehenden Schmerzen sind ebenfalls sehr heftig, aber es bleibt wenigstens die Gewebsschädigung aus. Der Versuch, einen Finger anästhetisch zu machen durch Anwendung des Ätherspravs ringsherum an der Basis des Fingers, erwies sich als unausführbar; sobald die Abkühlung der Gewebe in die Tiefe drang, wurden die Schmerzen unerträglich. Dies spricht also nicht gerade für die praktische Verwendbarkeit der durch Abkühlung der Nervenstämme hervorzurufenden Leitungsanästhesie, wenigstens wenn es sich um größere Nervenstämme handelt. Eine Abstumpfung der Empfindlich-

keit, wenn auch nicht völlige Anästhesie, ist aber gewiß zuweilen zu erreichen. Versuche in dieser Richtung sind wiederholt gemacht worden. Roßbach teilt mit, daß es ihm gelungen sei, durch zwei Minuten lange Anwendung des Ätherspravs auf eine Stelle der Halshaut beiderseits unterhalb des Endes des großen Zungenbeinhorns den Nervus laryngeus superior und damit den Kehlkopf unempfindlich zu machen. Scheller und von Hacker lassen zur Ausführung von Zahnextraktionen den Äthylchloridstrahl nicht auf das Zahnfleisch, sondern außen auf die Haut in der Gegend der Vorderfläche des Unterkiefers, der Fossa canina, vor dem Ohr einwirken. Beide Autoren geben an, daß auf diese Weise zuweilen eine für Zahnextraktion ausreichende Abschwächung der Empfindlichkeit oder selbst eine völlige Aufhebung derselben zu beobachten war, beide betonen aber auch die Unsicherheit des Verfahrens. Ich erwähne nochmals, daß gegebenenfalls der Richardsonsche Ätherspray weit geeigneter erscheint als der Chloräthylstrahl.

Noch in anderer Weise, durch Injektion abgekühlter Flüssigkeiten in die Gewebe, hat man versucht, Temperatureinwirkungen den Zwecken der Lokalanästhesie dienstbar zu machen. Heinze (VI, 16) und der Verfasser (VI, 2) haben die physiologischen Wirkungen verschieden temperierter Flüssigkeiten auf die sensiblen Nerven durch Einspritzung derselben in die eigene Kutis studiert. Wir bedienten uns hierzu einer an und für sich indifferenten 0,9%igen Kochsalzlösung, welche, bei Körpertemperatur injiziert, die sensiblen Nerven weder reizt noch lähmt. Es zeigte sich, daß jede stärkere Abweichung der Temperatur der Lösung von der Körpertemperatur nach unten einen schmerzhaften Reiz auslöst, um so intensiver, je kälter die Lösung ist. Abkühlung der Lösung auf 0° und darunter bewirkt im Anschluß an den Reiz eine wenige Sekunden anhaltende Aufhebung der Schmerzempfindung, während Lösungen mit einer nur wenig höheren Temperatur die Sensibilität der Haut absolut nicht herabsetzen. Bei Durchtränkung größerer Gewebsabschnitte mit bis auf 0° abgekühlten Lösungen werden solche stärker zur Wirkung kommen, weil sie sich weniger schnell erwärmen können. Létang, der zur Erzielung lokaler Anästhesie auf 0° abgekühlte Kochsalzlösungen von 0,5—1% oder Mischungen von Wasser, Glyzerin und Äther injiziert, geht in der Empfehlung dieser Methode sicherlich zu weit. Wir werden von ihr nicht viel erwarten können im Hinblick auf die Erfahrungen mit dem Äther- und Chloräthylspray, wo wir sehr intensive, durch Einspritzung kalter Lösungen niemals zu erreichende Abkühlung der Gewebe brauchen, um eine auch nur kurze Zeit andauernde Anästhesie der Gewebe zu erhalten. Létang

sagt, man könne durch von neuem wiederholte Einspritzungen die Dauer der Anästhesie beliebig verlängern. Das dürfte in der Praxis ein großer Übelstand sein und die Operation ins Ungemessene verlängern. Von Schleich wurde empfohlen, Kokainlösungen abgekühlt zu injizieren. Wenn sich ihm dies als nützlich erwiesen hat, so ist daran nicht die direkte Einwirkung der kalten Flüssigkeit schuld, sondern der Umstand, daß in abgekühlten Geweben die Resorption verlangsamt wird und deshalb die örtliche Kokainwirkung stärker sich äußert. Über die Anwendung der Abkühlung als Hilfsmittel bei der Anwendung spezifisch wirkender, örtlich anästhesierender Mittel siehe 8. Kapitel.

5. Kapitel.

Die osmotische Spannung wässeriger Lösungen. Quellungs- und Schrumpfungsanästhesie.

Hängt man einen unten durch eine tierische Membran verschlossenen Zylinder mit einer konzentrierten Salzlösung in ein mit reinem Wasser gefülltes Gefäß, derart, daß die Spiegel beider Flüssigkeiten im gleichen Niveau stehen, so findet zwischen beiden Flüssigkeiten ein Austausch ihrer Moleküle statt. Es geht ein Wasserstrom aus dem äußeren in das innere Gefäß und ein Salzstrom aus dem inneren in das äußere. Jener ist aber viel stärker als dieser, so daß das Volumen der inneren Flüssigkeit zunimmt; ihr Spiegel steigt. Dieser Austausch findet so lange statt, bis in beiden Gefäßen sich eine Salzlösung von gleicher Konzentration befindet. Der gleiche Vorgang vollzieht sich, wenn über einer konzentrierten Salzlösung ohne Einschaltung einer Membran Wasser aufgeschichtet wird. In diesem Fall nennt man ihn Diffusion, in ersterem Osmose oder Membrandiffusion. Die Kraft, welche die Bewegung der Moleküle und das Steigen der Flüssigkeitssäule in dem die Salzlösung enthaltenden Gefäß hervorbringt, nennt man osmotischen Druck oder osmotische Spannung. Sie ist eine dem Wasser und allen wässerigen Lösungen innewohnende, latente, physikalische Eigenschaft und ist abhängig von der Anzahl der im Liter der Lösung enthaltenen Moleküle und von deren Dissoziationsgrad. Die Geschwindigkeit des Salzstromes hängt ab von der Art des gelösten Körpers, von der Durchlässigkeit der die beiden Flüssigkeiten trennen-

den Membran und von der Konzentration der Salzlösung. Die Geschwindigkeit des einer Salzlösung zustrebenden Wasserstroms ist ihrer Konzentration nahezu proportional und wächst mit steigender Temperatur. Auf die Bewegungsgeschwindigkeit des Salzstroms ist die Temperatur von weniger großem Einfluß. Kolloidsubstanzen, Eiweiß, Schleim, Leim, Gummi usw. diffundieren im Gegensatz zu den meisten kristalloiden Substanzen sehr wenig durch tote Membranen und verändern nicht den osmotischen Druck der Lösungen, in denen sie sich befinden. Werden nicht Wasser und Salzlösungen, sondern verdünnte und konzentrierte Lösungen desselben Salzes in Wechselwirkung gebracht, so geht ein Wasserstrom aus der verdünnten in die konzentrierte Lösung über; ein Salzstrom bewegt sich in umgekehrter Richtung. Die Intensität der Ströme wird in diesem Fall u. a. abhängig sein von der Konzentrationsdifferenz beider Lösungen.

Werden Lösungen verschiedener Salze zusammengestellt, so kann zu jeder Lösung des einen eine Lösung des anderen gefunden werden, welche sich insofern nicht beeinflussen, als kein Wasser aus der einen in die andere übergeht. Derartige Lösungen, welche den gleichen osmotischen Druck besitzen, nennt man isosmotisch oder isotonisch; wird nun eine der beiden Lösungen mit Wasser verdünnt, so heißt sie im Verhältnis zur anderen hyposmotisch oder hypotonisch und gibt Wasser an sie ab; wird sie konzentrierter gemacht, so heißt sie hyperosmotisch oder hypertonisch und empfängt Wasser, so lange, bis beide wieder isosmotisch sind. Gleichzeitig aber und unabhängig von dem Wasserstrom findet bei der Wechselwirkung von Lösungen verschiedener Salze, auch wenn sie isosmotisch sind, ein Austausch ihrer Salzmoleküle statt, bis auch sie auf beiden Seiten gleich verteilt sind.

Überall im Haushalt der Natur, überall, wo lebende Zellen und Gewebsflüssigkeiten miteinander in Berührung treten, spielen diese osmotischen Vorgänge eine Rolle. Namentlich die Regulierung derselben, derart, daß den Gewebssäften unter normalen Verhältnissen stets ein bestimmter Salzgehalt erhalten bleibt, ist eine Leistung des Organismus, deren Studium neuerdings eifrig betrieben wird und auch für die Pathologie und Therapie Bedeutung gewonnen hat.

Die regelrechte Funktion der Nervenelemente und überhaupt aller lebenden Gewebe ist bekanntlich gebunden an ihre Durchtränkung mit einer Ernährungsflüssigkeit, bestehend aus Wasser, Eiweißsubstanzen und Salzen. Sie muß aber nicht nur eine gewisse chemische Konstanz besitzen, die ihr durch ihre Zusammensetzung gegeben wird, sie be-

darf auch einer physikalischen Konstanz, also einer gewissen Temperatur und einer gewissen Konzentration ihres Salzgehalts, welche ihre osmotische Spannung bestimmt.

Die Konzentration des Salzgehalts, verschieden bei verschiedenen Tieren und Pflanzen, ist von derartiger Bedeutung, daß man lebende Gewebe und im besonderen auch Nervenelemente eine Zeitlang in manchen wässerigen Lösungen lebend erhalten kann, wenn sie nur einen ganz bestimmten Salzgehalt besitzen, ohne in ihrer chemischen Zusammensetzung mit der normalen Ernährungsflüssigkeit übereinzustimmen (sogenannte physiologische Lösungen), während geringe Änderungen des Salzgehalts das schnelle Aufhören der Funktion und Formveränderungen der Gewebe veranlassen. Die Ursache dieses Verhaltens ist hier das Vorhandensein, dort das Fehlen osmotischer Spannungsdifferenzen zwischen der Salzlösung und der Gewebsflüssigkeit. Die Lösungen, in denen Form und Funktion der Gewebe am besten erhalten bleibt, sind isotonisch dem normalen Ernährungssaft.

Der erste, der in dieser Richtung Versuche angestellt hat, war Nasse. Er legte Froschmuskeln in Salzlösungen und prüfte, bei welcher Konzentration dieselben ihre Erregbarkeit am längsten bewahren. Er fand, daß sie dies z. B. in einer Chlornatriumlösung von 0,6%, einer Jodnatriumlösung von 1,75%, einer Natronsalpeterlösung von 1% tun. Diese Lösungen und das Froschblut besitzen annähernd den gleichen osmotischen Druck.

Der eigentliche Entdecker der Isotonie aber war De Vries, der eine große Anzahl isosmotischer Konzentrationen organischer und anorganischer Verbindungen bestimmte und ihre Beziehung zum Molekulargewicht studierte. Als Merkmal der Isotonie diente ihm der Umstand, daß wässerige Lösungen von einer bestimmten Konzentration einer jeden Verbindung gewisse, durch Wasserentziehung zu erklärende Erscheinungen (Plasmolyse) an Pflanzenzellen und jungen Pflanzensprossen hervorrufen. Die niedrigst konzentrierten Lösungen, welche eben noch in der bezeichneten Art wasserentziehend wirken, sind untereinander isotonisch.

In ähnlicher Weise, mit Hilfe einer physiologischen Methode, benutzten Hamburger, Köppe und Hedin die roten Blutkörperchen verschiedener Tiere und des Menschen dazu, um mit Hilfe der an ihnen unter dem Mikroskop zu beobachtenden Erscheinungen der Quellung und Wasserentziehung die isotonischen Konzentrationen wässeriger Lösungen zu finden. Hamburger prüfte, bei welcher Konzentration die roten Blutkörperchen rasch und vollständig zu Boden sinken, und

bei welcher niedrigsten Konzentration sie eben Farbstoff abgeben, das Mittel aus beiden Werten ergab die mit De Vries' Untersuchungen im allgemeinen übereinstimmenden isotonischen Konzentrationen der Verbindungen. Köppe und Hedin verwendeten das durch besondere Methoden zu bestimmende Volumen der roten Blutkörperchen, das sich bei der Einwirkung hypotonischer, quellender Lösungen vergrößert, bei Anwendung hypertonischer Lösungen vermindert, als Prüfstein für die Isotonie der Lösungen. Diese sehr interessanten physiologischen Methoden werden heute selten noch geübt werden, nachdem die physikalische Chemie exaktere und einfachere Verfahren erfunden hat, um die osmotische Spannung einer Lösung zu bestimmen.

Das einfachste dieser Verfahren ist die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung, welche das Wasser erleidet, wenn kristalloide Körper in ihm gelöst werden. Alle wässerigen Lösungen, welche den gleichen Gefrierpunkt besitzen, sind isosmotisch. Osmotisch indifferent in bezug auf Wasseraufnahme und -abgabe bei ihrer Einwirkung auf menschliche Gewebe sind daher Lösungen, welche den gleichen Gefrierpunkt haben wie die normalen Körpersäfte, z. B. Blut. Gefrierpunktsbestimmungen des menschlichen Bluts, der Lymphe, ferner von Transsudaten und Exsudaten des menschlichen Körpers sind zuerst von Dreser, dann von Hamburger, Koranyi, Tauszk, Winter und dem Verfasser ausgeführt worden, heute ist die Gefrierpunktsbestimmung des Bluts bereits zu einer klinischen Untersuchungsmethode geworden.

Als Gefrierpunkte des Bluts gesunder Menschen fand

Dreser	$-0{,}56^0$
Hamburger	$-0{,}557^0$
Koranyi	$-0{,}56^0$
Winter	$-0{,}55^0$

Die neueren Untersucher geben meist $-0{,}56^0$ als Mittel an, ich selbst fand $-0{,}555^0$ als Mittelwert. Die Schwankungen nach oben und unten sind unter normalen Verhältnissen außerordentlich geringe. Werte von $-0{,}54$ und $0{,}57^0$ werden bei gesunden Menschen kaum vorkommen, bei gewissen Krankheiten beobachtet man Abweichungen um wenige Hundertel Grade nach oben und unten.

Wässerige Lösungen mit einem Gefrierpunkt von $-0{,}55^0$ bis $-0{,}56^0$ haben daher annähernd den gleichen osmotischen Druck wie das menschliche Blut; Lösungen, deren Gefrierpunkt näher an 0^0 liegt, sind hyposmotisch, solche mit einem Gefrierpunkt tiefer als $-0{,}55^0$ sind hyperosmotisch gegenüber der Ernährungsflüssigkeit des mensch-

lichen Körpers. Einzellige Pflanzen und Tiere können infolge der Beschaffenheit der sie umhüllenden Membran, ohne aufzuquellen und ihren Salzgehalt zu verändern, im Wasser leben, das Deckepithel und das Epithel der meisten Schleimhäute schützt die menschlichen Gewebe vor gewissen Einwirkungen von Lösungen mit abweichendem osmotischen Druck. Werden aber solche Lösungen in Wunden gebracht oder in die Gewebe injiziert, so geschieht zunächst das, was bei dem physikalischen Experiment, von dem wir ausgingen, im Steigen der Flüssigkeitssäule, an Pflanzenteilen, an roten Blutkörperchen in einer Volumvermehrung oder Volumverminderung, Schrumpfung, Plasmolyse seinen sichtbaren Ausdruck findet: hyposmotische Lösungen bringen Zellen und andere Gewebsbestandteile zur Quellung, hyperosmotische entziehen ihnen Wasser, lassen sie schrumpfen, beides um so intensiver, je weiter ihr Gefrierpunkt von dem des Blutes abweicht.

Sowohl die Quellung als auch die Wasserentziehung beeinflußt unabhängig von den etwa im Wasser gelösten Körpern die sensiblen Nerven und schädigt die Gewebe. Verfasser hat, wiederum unterstützt durch Heinze, diese physiologischen Wirkungen osmotischer Spannungsdifferenzen experimentell untersucht mit Hilfe von Einspritzung blutwarmen Wassers und verschieden konzentrierter Kochsalzlösungen in die eigene Kutis und die anderer Versuchspersonen. Injiziert man mit Hilfe einer flach, fast parallel zur Hautoberfläche eingestochenen Hohlnadel, unter Vermeidung des lockeren subkutanen Zellgewebes, in das straffe Gewebe der Kutis eine Flüssigkeit, so erhebt sich das von ihr durchtränkte Gebiet in Form einer runden, blassen, für das Auge sichtbaren Quaddel über das Niveau der Hautoberfläche. An dieser Quaddel können die durch die fremdartige Flüssigkeit gesetzten Veränderungen und, infolge des großen Nervenreichtums der Kutis, ganz besonders deren Einwirkungen auf die Sensibilität sehr leicht geprüft werden. Künstliche Hautquaddeln sind für diesen Zweck zuerst von Schleich gebraucht worden. Die Ausnutzung dieser Methode muß ich jedoch ganz allein für mich und Heinze in Anspruch nehmen. Die Beobachtungen, die Schleich mit Hilfe der Quaddelprüfungen gemacht hat, haben sich bei Nachprüfung von verschiedensten Seiten vielfach als ungenau erwiesen. Die Ergebnisse unserer Versuche veranschaulicht die umstehende Tabelle (Fig. 4).

Auf der horizontalen Linie sind aufgetragen die Konzentrationen von Kochsalzlösungen von 0%, also Wasser, bis 10%, von einem Teil dieser Lösungen sind auch die Gefrierpunkte angegeben. Die aus-

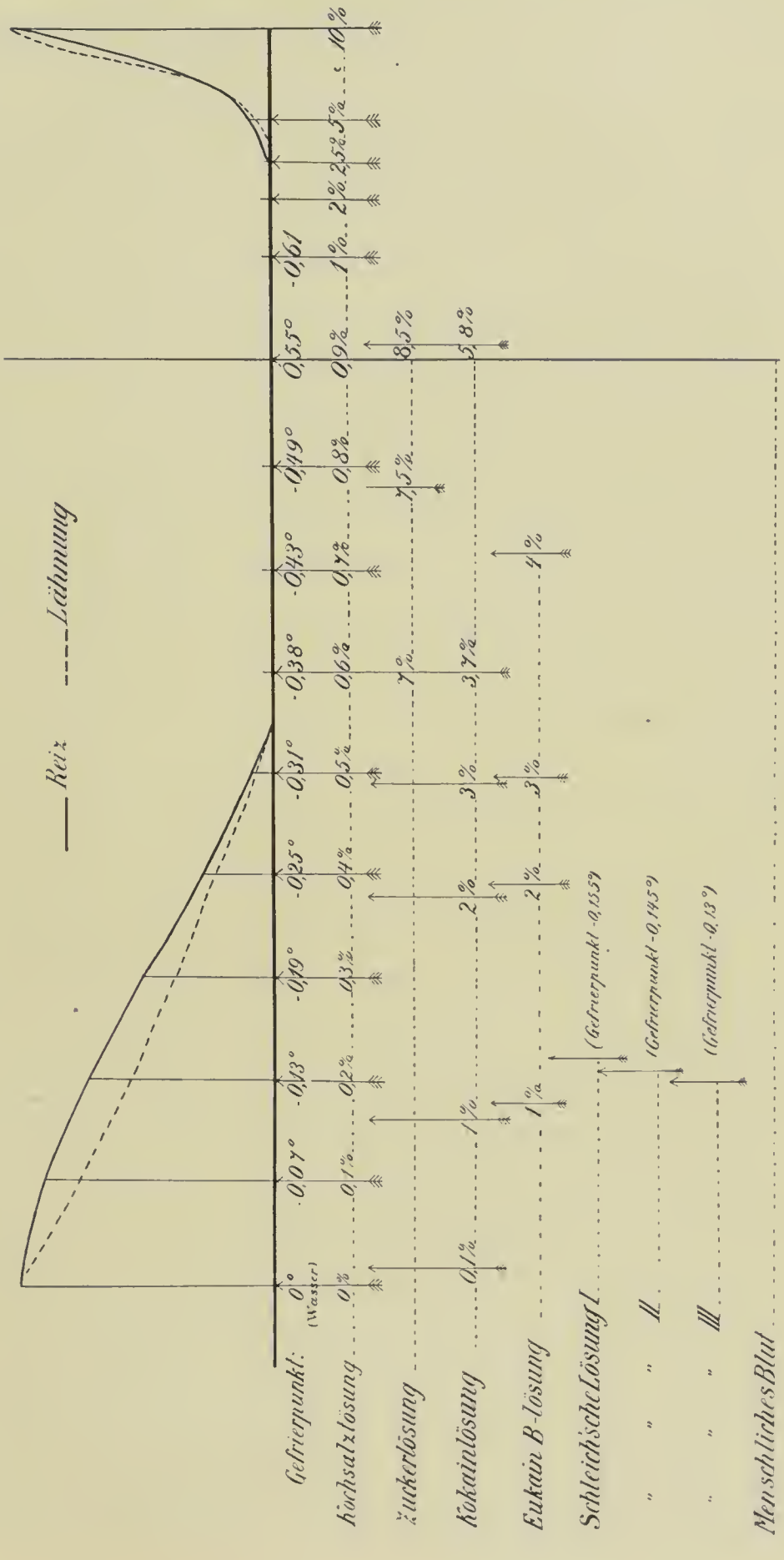


Fig. 4.
Reiz- und Lähmungskurven zur Veranschaulichung der Wirkung der osmotischen Spannung wässeriger Lösungen auf die Nervensubstanz.

gezogene Kurve bedeutet einen sensiblen Reiz, welcher als Schmerz sich äußert, wenn die Lösungen in die Kutis eingespritzt werden, die punktierte Kurve bedeutet die sensible Lähmung, Anästhesie, welche diesem Reiz folgt. Der Abstand der Kurvenpunkte entspricht der relativen Intensität des Reizes und der Lähmung. In der Mitte steht die Kochsalzlösung von 0,9%, sie hat einen Gefrierpunkt von —0,55°, besitzt also annähernd die gleiche osmotische Spannung wie das menschliche Blut. Alle links von ihr bezeichneten Lösungen bringen die Gewebe zur Quellung, alle rechts bezeichneten entziehen ihnen Wasser. Wird die 0,9%ige Kochsalzlösung körperwarm in die Kutis gespritzt, so ist die Injektion schmerzlos, es wird kein Reiz ausgelöst, ebensowenig wird an der Quaddel irgend eine Veränderung der Sensibilität, jedenfalls keine Herabsetzung derselben beobachtet. Die entstandene Quaddel verschwindet spurlos nach kurzer Zeit. Wird die Lösung nun mehr und mehr verdünnt und wieder injiziert, so entsteht, in der Regel bei 0,55%, ein Schmerz bei der Einspritzung, der bei weiterer Verdünnung rasch an Intensität zunimmt, um beim reinen Wasser seine größte Heftigkeit zu erreichen. Die Einspritzung von Wasser ist außerordentlich schmerzhaft. Der Schmerz, wir nennen ihn Quellungsschmerz, ist aber nur von kurzer Dauer, ihm schließt sich an eine Herabsetzung und Aufhebung der Sensibilität im Bereich der Quaddel, welche wiederum mit der Verdünnung der Lösung an Intensität und Dauer allmählich zunimmt und beim reinen Wasser am längsten, bis etwa 15 Minuten, anhält. Wir nennen sie Quellungsanästhesie. Endlich verursachen sehr verdünnte Lösungen eine Schädigung der Gewebe, die sich darin äußert, daß an Stelle der Quaddel schmerzhafte Infiltrate zurückbleiben. Reines Wasser bewirkt nicht selten oberflächliche Gewebsnekrosen, Quellungsnekrosen. — An Lösungen, welche mehr als 0,9% Kochsalz enthalten, beobachtet man die Symptome der Wasserentziehung. Sie bestehen gleichfalls in Reiz, Lähmung und Gewebsschädigung. Der Reiz wird in anderer Weise empfunden als der Quellungsschmerz, er folgt der an sich schmerzlosen Injektion und hält mehrere Minuten an, während die Quaddel stark hyperästhetisch ist. Hierauf tritt Anästhesie ein. Gleichzeitig macht die Quaddel sehr eigentümliche und typische Formveränderungen durch. Wenn der brennende Schmerz nachläßt und die Anästhesie beginnt, sinkt schnell das Zentrum der Quaddel in Form einer Delle ein, während ihr Rand einen zirkulär erhabenen Wall bildet; der anämische Wall und das anämische Zentrum sind meist durch einen schmalen, geröteten Ring getrennt. Nach etwa 15 Minuten wird die

Quaddel wieder gleichmäßig flach und vergrößert sich nach der Peripherie, um dann zu verschwinden, während die Sensibilität wiederkehrt. Konzentrierte Kochsalzlösungen schädigen ferner die Gewebe. Die Intensität aller dieser Erscheinungen wächst mit der Konzentration der Kochsalzlösung, bei etwa 2,5% sind sie bereits zu erkennen; mehr als 10% Kochsalzlösung zu injizieren, ist kaum erträglich. — Geringe Grade von Quellung und Wasserentziehung sind nicht erkennbar, derart, daß in der Nachbarschaft der 0,9%igen Kochsalzlösung eine indifferente Zone, eine Anzahl von Lösungen (0,55 bis 2,5%) vorhanden ist, welche die oben geschilderten Symptome noch nicht hervorrufen. Unsere Schmerz- und Lähmungskurven entsprechen aber natürlich nicht absoluten Werten. Sie wurden gefunden an der Haut unserer Vorderarme. Wenn Kochsalzlösungen in hyperästhetische Gewebe oder bei sehr sensiblen Personen injiziert werden, so müssen auch weniger stark quellende und wasserentziehende Lösungen schon als solche empfunden werden. Schmerz- und Lähmungskurven werden in diesem Fall die Horizontale näher ihrem Mittelpunkt erreichen, als wir gefunden haben, die anscheinend indifferente Zone wird schmäler sein.

Daß hier wirklich die Symptome der Quellung und Wasserentziehung vorliegen, schließen wir aus folgenden Umständen. Da das überall in unserem Körper vorhandene Wasser und Kochsalz schwerlich spezifisch chemisch auf die Gewebe einwirken kann, muß eine physikalische Eigenschaft der Lösungen es sein, welche Schmerz, Lähmung und Gewebsschädigung bedingt. Diese kann aber nur der osmotische Druck der Lösungen sein, da sich die Symptome verändern mit dem osmotischen Druck und verschwinden, wenn Druckunterschiede zwischen Blut und Lösung fehlen. Endlich gibt es außer dem Kochsalz eine Anzahl Salze, welche gar nicht oder wenig und langsam spezifisch chemisch die Gewebe beeinflussen. Hierzu gehören die meisten Natriumsalze, wie phosphorsaures, schwefelsaures, kohlensaures, borsaures Natron, ferner Zucker und einige Harnstoffverbindungen. Untersucht man systematisch die Lösungen dieser Salze in der oben beschriebenen Weise, so findet man, daß sie, wie das Kochsalz, jene indifferente Zone besitzen in der Umgebung der mit Hilfe der Gefrierpunktsbestimmung festzustellenden, dem Blut isotonischen oder physiologischen Konzentration, und daß überhaupt ihre Lösungen die gleichen Symptome machen wie Kochsalzlösungen mit dem gleichen Gefrierpunkt, vom Quellungsschmerz bis zu der eigentümlichen Formveränderung der Quaddel durch stark wasserentziehende Lösungen. Unsere Reiz- und Lähmungskurven gelten demnach für die wässerigen Lösungen

aller Substanzen; die Symptome ihrer physikalischen Einwirkung werden aber bei den meisten von ihnen verdeckt, weil sie infolge chemischer Differenz die sensiblen Nerven reizen oder lähmen, die Gewebe schädigen oder zerstören. Es ist in diesem Fall notwendig, den Gefrierpunkt einer Lösung zu bestimmen, um zu erfahren, wie sie physikalisch auf die Gewebe einwirkt.

In Fig. 4 sind die Gefrierpunkte der wässerigen Lösungen einiger anderen Salze notiert und an der ihnen zukommenden Stelle eingesetzt. Man sieht, daß die physiologische Konzentration des Rohrzuckers ungefähr bei 8,5% liegt. Diese Lösung ist gänzlich indifferent und erzeugt bei der Injektion weder einen Schmerz noch Anästhesie. Die Injektion der gewöhnlich für Infusionszwecke gebrauchten, viel mehr verdünnten Zuckerlösungen muß natürlich schmerzhaft sein, weil sie osmotische Spannungsdifferenzen veranlassen. Die Abbildung zeigt dann noch die Gefrierpunkte einiger anästhesierender Lösungen, auf welche später zurückzukommen ist.

Es sind jetzt noch einige historische Notizen nachzutragen.

Seit sehr langer Zeit, solange überhaupt anatomische und physiologische Studien getrieben werden, ist es bekannt, daß dem Wasser die Eigenschaften eines Protoplasmagiftes innewohnen, daß es die Struktur derjenigen Zellen zerstört, welche nicht durch besondere Einrichtungen (Undurchlässigkeit der Zellenmembran) gegen seine Einwirkung geschützt sind, und sie tötet. Der schädliche Effekt der Quellung konnte unter dem Mikroskop beobachtet werden: die mit Wasser imbibierten Gewebe vergrößern ihr Volumen, verlieren ihre Struktur, alle Gewebselemente quellen auf, die Sarkolemmschläuche der Muskelfasern zerplatzen, und wenn frische Nervenfasern mit Wasser zusammengebracht werden, so entstehen jene ihrer völligen Zerstörung gleichkommenden Formveränderungen, welche schon den alten Anatomen in hohem Grade aufgefallen sind. Längst ist es ferner den Physiologen bekannt, daß lebende Gewebe in ihrer Funktion gestört werden, wenn sie quellen, oder wenn ihnen durch Austrocknen oder durch die Einwirkung konzentrierter Salzlösungen Wasser entzogen wird. Frische Muskeln, in Wasser gelegt, verlieren ihre Erregbarkeit und Kontraktionsfähigkeit und werden starr. (Swammerdam.) Quellung und Wasserentziehung, wenn sie einen Nervenstamm betreffen, wirken als Reiz und vermindern seine Erregbarkeit. Wasser, zwischen die Fibrillenbündel eines Nervenstammes gespritzt, unterbricht sofort dessen Leitungsfähigkeit und schädigt ihn gleichzeitig auf das schwerste. (Biberfeld.) Die Beobachtung, daß diese Erscheinungen ausbleiben, wenn

im Wasser bestimmte Mengen von Salzen gelöst sind, führte endlich zur Entdeckung der Isotonie der Lösungen und deren Zusammenhang mit dem Molekulargewicht der gelösten Körper; sie ist dadurch von weittragender Bedeutung für die theoretische Chemie geworden, denn van t'Hoffts Theorie der Lösungen weist zurück auf die Arbeiten von De Vries und Hamburger.

Die Überschwemmung des Körpers mit Wasser bei Tieren verursacht infolge der Herabsetzung des osmotischen Drucks des Bluts und der Körpersäfte schwere Allgemeinerscheinungen. Nach Falck sterben Hunde, wenn ihnen intravenös 88 ccm Wasser pro Kilo injiziert werden. Subkutane Injektion von etwa 200 ccm Wasser bewirkt bei Kaninchen den Tod unter Symptomen von erschwerter Respiration, gestörter Herztätigkeit, Temperaturabfall, Konvulsionen. Zugleich tritt Hämoglobinurie auf. (Falck, Emmerich.) Das gleiche beobachtete Custer, wenn er Kaninchen subkutan größere Mengen sehr verdünnter Kokainlösung einverleibte. Die Tiere starben nicht an Kokainvergiftung, sondern an den Folgen der Wasserimbibition. Durch Kochsalzzusatz lassen sich diese üblen Erscheinungen vermeiden. Ziemlich weit verbreitet ist die Ansicht, daß eine Kochsalzlösung von 0,6% die hierzu am meisten geeignete Flüssigkeit sei, sie pflegt deshalb physiologische Kochsalzlösung genannt zu werden. Hamburger und Koeppe wiesen bereits darauf hin, daß diese Lösung, deren Anwendung auf die oben erwähnten Versuche Nasses an Froschmuskeln zurückgeht, noch quellend wirkt, und daß eine Kochsalzlösung von 0,92% die gleiche osmotische Spannung besitzt wie das menschliche Blut. Eine 0,6%ige Kochsalzlösung besitzt daher die physiologische Konzentration für den Frosch, eine solche von 0,92% die physiologische Konzentration für den Menschen.

Daß dem Wasser bei subkutaner Injektion eine schmerzstillende Wirkung zukomme, haben mehrere Beobachter festgestellt. Die ersten darauf bezüglichen Beobachtungen stammen von Potain (1869) und Dieulafoy (1870). Lafitte teilt mit, er habe bei allen möglichen mit Schmerz verbundenen Affektionen, wie Ischias, Neuralgien, Rheumatismus, durch Wasserinjektionen direkt in die affizierte Partie äußerst gute Erfolge erzielt. Unangenehm sei nur das während der Injektion auftretende heftige Brennen, das aber rasch verschwinde. Die schmerzstillende Wirkung schreibt er der durch die injizierte Flüssigkeit hervorgerufenen Kompression oder der Imbibition der sensiblen Nervenfasern zu, wodurch letzteren momentan die Fähigkeit entzogen werde, Schmerzwahrnehmungen aufzunehmen und weiter zu leiten. Ähnliches berichten Lelut, Burney Yes, Griffith.

Die anfangs erregende, später anästhesierende Wirkung des Wassers, sowie seine Indifferenz bei Kochsalzzusatz, endlich die wiederum anästhesierende Wirkung stärker konzentrierter Kochsalzlösungen beobachteten ferner Liebreich und Schleich. Unter Liebreichs Leitung unternahm Bussenius Tierversuche, um die lokalanästhesierende Wirkung einiger Substanzen festzustellen. Er injizierte die Lösungen derselben subkutan bei Kaninchen und fand, daß 0,6% Kochsalzlösung die Sensibilität intakt läßt, während 5% und 10% Kochsalzlösung geringe Herabsetzung der Empfindlichkeit hervorruft. Wieviel präzisere Ergebnisse sich erzielen lassen, wenn die Versuche nach Schleichs Methode am eigenen Körper vorgenommen werden, haben wir oben gezeigt. Schleich selbst nahm an, daß zwischen dem reinen Wasser und einer 0,6%igen Kochsalzlösung eine Konzentration liegen müsse, welche keinen Injektionsschmerz, wohl aber wegen ihrer größeren Ähnlichkeit mit reinem Wasser später Anästhesie erzeugen würde und glaubt, in der 0,2%igen Kochsalzlösung ein brauchbares Anästhetikum gefunden zu haben. Quellungsanästhesie und Quellungsschmerz sind jedoch stets miteinander verbunden. Wird die quellende Wirkung des Wassers vermindert, so vermindert sich zwar der Quellungsschmerz, es wird aber auch die Quellungsanästhesie unvollkommen.

Zur Ausführung von Operationen ist die Quellungsanästhesie nur selten und vorübergehend versucht worden, u. a. von Halsted und Gant. Schleich teilt mit, daß er mit Hilfe von Wasserinjektionen die Exzision eines Karbunkels schmerzlos habe ausführen können. Seine späteren Versuche, eine 0,2%ige Kochsalzlösung zu lokalanästhetischen Injektionen zu verwenden, dürften wohl auch vereinzelt geblieben sein. Die Injektion dieser Lösung ist immer noch sehr schmerzhaft, die ihr folgende Anästhesie unvollkommen und von sehr kurzer Dauer. Eine Anästhesie, die durch Schmerz erkauft werden muß, nannte Liebreich: Anaesthesia dolorosa. Auch die Quellungsanästhesie ist eine solche Anaesthesia dolorosa und ist deshalb, und weil mit ihr eine Gewebsschädigung verbunden ist, praktisch nicht verwendbar. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die physikalischen Nebenwirkungen wässeriger Lösungen lassen sich vielmehr folgendermaßen zusammenfassen.

Zu Gewebsinjektionen, welchem Zweck sie auch dienen mögen, dürfen nur Flüssigkeiten verwendet werden, welche annähernd den gleichen osmotischen Druck, den gleichen Gefrierpunkt besitzen wie die Gewebssäfte des menschlichen Körpers. Da die örtlich anästhesierenden Mittel zu Gewebsinjektionen in weit geringerer, als ihrer physio-

logischen Konzentration, Anwendung finden, muß durch Zusatz einer entsprechenden Menge eines indifferenten Salzes, wie Kochsalz, die quellende, gewebsschädigende Wirkung ihrer Lösungen beseitigt werden.

6. Kapitel.

Indifferente und differente Substanzen. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsmethoden, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich anästhesierender Mittel.

Wir lernten im vorigen Kapitel einige Substanzen kennen, welche wesentliche örtliche Einwirkungen auf die Gewebe auszuüben nicht imstande sind, und welche deshalb ein Studium der physikalischen Nebenwirkungen ihrer wässerigen Lösungen bei Injektion in die Gewebe ermöglicht haben. Welches ist nun das weitere Schicksal dieser injizierten Substanzen? Ein kleiner Teil mag wohl stets unmittelbar in eine Vene oder einen Lymphspalt hineingelangen und schnell dem Kreislauf einverleibt werden, der größere Teil aber bleibt zunächst an der Injektionsstelle liegen und kommt erst auf Umwegen zur Aufsaugung, nachdem er mehr oder weniger schnell oder mehr oder weniger weit in die Gewebe der Umgebung diffundiert ist, ohne an ihnen örtliche Veränderungen hervorzurufen. Sind osmotische Spannungsdifferenzen entstanden, so wird deren Ausgleich erstrebt. Wenigstens weisen die interessanten Untersuchungen Hamburgers über die Resorption wässeriger Lösungen aus serösen Höhlen darauf hin. Hamburger beobachtete dabei nämlich folgendes. 1. Seröse Flüssigkeiten und Salzlösungen werden, nachdem sie in die Bauchhöhle von Tieren gebracht sind, resorbiert. 2. Sind diese Flüssigkeiten dem Blut des Versuchstieres isotonisch, so verändern sie ihre osmotische Spannung nicht. 3. Hypotonische und hypertonische Lösungen werden in der Bauchhöhle isotonisch während der Resorption. 4. Während ihres Aufenthalts in der Bauchhöhle wechselt die intraperitoneale Flüssigkeit Bestandteile mit dem Blutplasma aus; so fand sich z. B. nach Injektion einer mit dem Kaninchenblut isotonischen 1,7%igen Lösung von schwefelsaurem Natron eine bedeutende Menge von Kochsalz,

Natriumphosphat und Eiweiß in der isotonisch bleibenden Flüssigkeit. Eine Verzögerung der Resorption der gelösten Substanz bei bestehenden osmotischen Druckdifferenzen zwischen Lösung und Blutplasma ist aus Hamburgers Versuchen nicht zu ersehen. Hamburger betont vielmehr ausdrücklich, daß der Ausgleich der Druckdifferenzen während der Resorption und unabhängig von ihr stattfindet. Das ist nicht ohne praktisches Interesse, weil irrtümlich angenommen wird (Legrand), daß Kokain aus hypotonischen Lösungen langsamer wie aus isotonischen resorbiert werde, und die Anwendung isotonischer Lösungen aus diesem Grunde nicht vorteilhaft sei.

Ebenso zeigen die Untersuchungen Schnitzlers und Ewalds, daß lediglich die Konzentration der Salzlösung auf die Geschwindigkeit der Resorption einwirkt. Es ließ sich nachweisen, daß ein bestimmtes Quantum des Salzes (Jodkalium, Salizylsäure) um so eher durch die Nieren ausgeschieden wurde, also wohl auch um so schneller resorbiert worden sein muß, je konzentrierter die in die Bauchhöhle gebrachte Lösung war. Die außerordentliche Geschwindigkeit, mit der in die Bauchhöhle gebrachte Substanzen im Harn wieder erscheinen, bestätigen die später durch Klapp schlagend bewiesene Annahme von Heidenhain, Orlow, Starling und Tubby, O. Cohnheim u. a., daß die Resorption in Wasser gelöster Substanzen aus serösen Höhlen vorzugsweise auf dem Wege der Blutbahn erfolgt. Die genannten Autoren halten es entgegen der Meinung Hamburgers und Cohnsteins für unzweifelhaft erwiesen, daß neben der Osmose, neben der Filtration unter erhöhtem intraperitonealen Druck die vitalen Kräfte der lebenden Bauchwand eine wesentliche Rolle spielen und bei der Resorption aus der Bauchhöhle jene rein physikalischen Vorgänge beeinflussen müssen.

Die Erscheinungen bei der interstitiellen Resorption ins Unterhautzellgewebe injizierter wässeriger Lösungen weichen schwerlich erheblich von denen ab, welche sich in der Bauchhöhle abspielen. Unabhängig von dem Wasserstrom, der eine Quellung oder Schrumpfung der Gewebe veranlaßt, wird, wie im physikalischen Experiment, ein Austausch der Moleküle der in den Lösungen und in der Gewebsflüssigkeit enthaltenen Salze stattfinden, selbst eine osmotisch indifferente Kochsalzlösung wird in dieser Hinsicht keineswegs ganz indifferent sein, weil die Gewebsflüssigkeiten eben auch noch andere Substanzen enthalten als Kochsalz. In der Tat hat Hamburger gefunden, daß die roten Blutkörperchen an eine derartige Salzlösung Blutfarbstoff abgeben. Nach Höbers Beobachtungen würde dabei sogar vorübergehend eine

vorhandene Isotonie gestört werden können. Die in der Zeiteinheit in die Umgebung der Injektionsstelle diffundierende Menge der gelösten Substanz muß abhängig sein von der Konzentration der Lösung und von der Diffusionsgeschwindigkeit der Substanz, welche ihrerseits wieder beeinflußt wird von der verschiedenen Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen und Häute. Steht die injizierte Lösung unter höherem Druck, so wird sie auch mittels einfacher Filtration in die Umgebung vordringen. Der Vorgang aber, durch den schließlich der größte Teil der gelösten Substanz, wie des Lösungsmittels in den Kreislauf gelangt, die Resorption, ist sicherlich ein vitaler Vorgang; er ist gebunden an die Vitalität der Gewebe, langsam bei geringer Vitalität, beschleunigt bei lebhaftem Stoffwechsel, aufgehoben, solange die Lebensvorgänge an den Geweben unterbrochen sind. Es darf ferner als feststehend angesehen werden, daß die aus dem Unterhautzellgewebe zur Resorption kommenden wässerigen Lösungen zum überwiegenden Teil ohne Vermittelung der Lymphgefäße dem Blutstrom zugeführt werden (Magendie, Lebküchner, Asher, Munk, Hamburger), während andererseits ölige Lösungen fast ausschließlich durch die Lymphwege, infolgedessen langsamer resorbiert werden.

Den wenigen, früher erwähnten, indifferenten oder fast indifferenten Substanzen, deren Lösungen auf lebende Gewebe fast ausschließlich physikalische Nebenwirkungen zeigen, steht eine unendliche Zahl differenter Mittel gegenüber, welche auch andere als physikalische, d. h. durch ihre chemische Konstitution bedingte Veränderungen an den Gewebsteilen verursachen, mit denen sie in wirksame Berührung gebracht werden. Diese Veränderungen, deren Summe örtliche Vergiftung genannt werden kann, äußern sich am lebenden Körper als Steigerung, Störung oder Aufhebung der Funktion, Erregung oder Lähmung der sensiblen Nerven, Gewebsschädigung, örtlicher Gewebstod. Sie sind manchmal vorübergehend, d. h. nach einer gewissen Zeit entledigen sich die lebenden Gewebe auf irgend eine Weise der fremdartigen, ihre Funktion störenden, ihr Leben bedrohenden Substanzen und nehmen ihre Funktion wieder auf, ohne daß ein Schaden zurückbleibt. In den meisten Fällen indessen bewirkt die örtliche Vergiftung bleibende Veränderungen, mehr oder weniger intensive Gewebsschädigung, Entzündung, Nekrose. Die Mehrzahl aller differenten Substanzen lassen am Ort ihrer Einwirkung die Gewebe hyperämisch werden, einige verändern die Blutfülle derselben nicht wesentlich, einige wenige bringen die Blutgefäße zur Kontraktion und machen die Ge-

webe anämisch. Manche endlich rufen unmittelbar nach der Applikation eigentümliche, flüchtige, örtliche Ödeme hervor, ein Symptom, welches dem sofort bekannt erscheint, der sich an die Folgen eines Insektenstichs erinnert.

Der Ablauf des Resorptionsvorganges muß bei differenten Mitteln sich anders gestalten als bei indifferenten. Denn die geschilderten örtlichen Veränderungen lassen sich schwer denken ohne einen gewissen Materialverbrauch: eine örtliche Wirkung kann in der Regel nur dadurch zustande kommen, daß ein Teil der wirksamen Substanz an Ort und Stelle gebunden, zunächst also der Überführung in den Kreislauf entzogen wird. Das weitere Schicksal dieses Teils entzieht sich bei den meisten Substanzen unserer Kenntnis. Für einige Alkaloide, und zu diesen gehört das Kokain und das Suprarenin, ist jedoch der Nachweis erbracht, daß sie nach ihrer Bindung im lebenden Körper überhaupt nicht wieder in ihrer alten Form resorbiert werden, sondern daß der Organismus sich ihrer entledigt, indem er sie zersetzt. Es findet dadurch also eine Entgiftung im lebenden Körper statt. Je langsamer ein Mittel vom Ort seiner Applikation resorbiert wird, desto länger bleibt es daselbst liegen, kann die Gewebe weithin durchdringen und erheblich intensivere und extensivere örtliche Wirkungen entfalten, als wenn es durch schnelle Resorption sofort vom Applikationsort weggeschafft wird. Wir werden daher die künstliche Verzögerung der Resorption als ein wichtiges Hilfsmittel der Lokalanästhesie kennen lernen. Wenn chemisch differente Substanzen mit sensiblen Nerven in wirksamen Kontakt gebracht werden, so rufen sie ausnahmslos eine vorübergehende oder dauernde Lähmung, also Anästhesie hervor, welcher meistens ein heftiger Reizzustand vorangeht. Einige wenige Mittel sind gefunden worden, deren Anwendung ohne merklichen Reiz und ohne Gewebsschädigung eine örtliche Vergiftung mit vorübergehender sensibler Lähmung zur Folge hat. Das sind diejenigen Mittel, welche als Lokalanästhetika zur praktischen Verwendung geeignet sein können.

Die Untersuchungsmethoden, welche sich bestreben, das örtliche Anästhesierungsvermögen verschiedener Mittel festzustellen, leiden unter dem Umstand, daß diese örtlich anästhesierende Potenz in hohem Grade abhängig ist von der Art und dem Ort der Anwendung der Mittel. Die ersten darauf gerichteten Versuche knüpfen sich wiederum an die Vorstellung, daß narkotische Mittel, Inhalationsanästhetika, direkt auf einen Nerven gebracht, ähnliche Wirkungen haben müßten, wie wenn sie dem Gehirn durch den Blutstrom zugeführt werden. Es zeigte

sich, daß Äther und Chloroform, wenn sie in flüssigem oder gasförmigem Zustande auf einen freigelegten Nerven wirken, dessen Leitungsfähigkeit zu unterbrechen vermögen (Longet, Bernstein, Ranke u. a.). Sie haben das jedoch mit außerordentlich vielen anderen, nicht narkotischen Mitteln gemeinsam, weil die Funktion des Nerven an seine Durchtränkung mit einer Flüssigkeit von bestimmter Zusammensetzung gebunden ist.

Zahlreiche experimentelle Arbeiten der Physiologen beschäftigen sich mit der Reizwirkung chemischer Substanzen und ihrem Zusammenhang mit der chemischen Konstitution der Verbindungen (Grützner). Für die Lokalanästhesie sind sie ohne Belang.

Die ersten, welche eine große Anzahl organische und anorganische Verbindungen auf ihre Fähigkeit, örtliche Anästhesie hervorzurufen, systematisch geprüft haben, waren Liebreich und seine Schüler Bussenius, Müllerheim und Kunowski. Die Mittel wurden gelöst, soweit sie nicht schon flüssig waren, und Tieren, Meerschweinchen, Kaninchen und Fröschen, subkutan injiziert oder in den Konjunktivalsack gebracht. Die Prüfung der Sensibilität geschah durch Einstechen von Nadeln, durch Reizung der Kornea, durch den Türkschen Versuch (s. u.). Das subkutane Gewebe ist für derartige Versuche wenig geeignet, weil seine Empfindlichkeit sehr gering ist, weil es ferner nicht an der Oberfläche des Körpers liegt und deshalb nicht Sensibilitätsstörungen der Gewebsteile, wohin die Mittel wirklich gelangt sind, geprüft werden können, sondern nur diejenigen der darüberliegenden Haut. Trotz der Unvollkommenheit der Methode fanden die genannten Autoren, daß weitaus die meisten der von ihnen untersuchten narkotischen und nicht narkotischen Mittel die Sensibilität keineswegs intakt lassen, sondern „Anaesthetica dolorosa“ im Sinne Liebreichs sind, d. h. Anästhesie hervorrufen, nachdem sie zuvor gereizt haben.

Noch viel größer erweist sich die Zahl der Anaesthetica dolorosa, wenn verdünnte Lösungen chemischer Verbindungen mit Hilfe der Schleichschen Quaddelbildung am Körper geeigneter Versuchspersonen auf ihr Anästhesierungsvermögen geprüft werden. Eine experimentelle Verwertung dieser Methode wurde jedoch erst ermöglicht nach Kenntnis der physiologischen Wirkung der Quellung und Wasserentziehung und Bestimmung des osmotischen Druckes der zu prüfenden Lösungen, wie dies im vorigen Kapitel eingehend geschildert wurde. Den Lösungen muß entweder durch die Konzentration, in der das Mittel in ihnen enthalten ist, oder durch Zusatz eines indifferenten Stoffes ein Gefrierpunkt gegeben werden, der von demjenigen des Blutes nicht

allzuweit entfernt ist. Denn wir lernten in der Existenz osmotischer Spannungsdifferenzen zwischen Gewebsflüssigkeiten und injizierten Lösungen einen Faktor kennen, der für sich allein schon imstande ist, die Sensibilität aufzuheben. Die spezifische Wirkung eines in Wasser gelösten Mittels kann daher nur in osmotisch indifferenten Lösungen studiert werden. Mit Hilfe der Quaddeluntersuchung und unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse fanden Heinze und der Verfasser, daß es nur sehr wenige chemisch indifferente oder fast indifferente Verbindungen gibt, welche bei Kontakt mit den sensiblen Nervenelementen die Sensibilität intakt lassen (s. S. 57). Die meisten sind different, die wenigsten sind imstande, die Funktion der sensiblen Nerven vorübergehend ohne starken Reiz und ohne Hinterlassung einer Gewebsschädigung zu beeinträchtigen. Die Methode der Quaddelprüfung am menschlichen Körper liefert aber auch reelle, allerdings relative Werte, die die lokalanästhesierende Potenz eines Mittels im Vergleich zu einem anderen kennzeichnen.

Der eine Wert ergibt sich aus der Bestimmung der niedrigsten Konzentration der Lösung eines Mittels, bei welcher eine lokale Einwirkung noch eben bemerkbar ist. Das geschieht in der Weise, daß allmählich immer mehr verdünnte Lösungen der Mittel unter Ausschaltung ihrer physikalischen differenten Eigenschaften untersucht werden. Je niedriger die Grenze der Wirksamkeit liegt, desto größer muß auch annähernd die Affinität der Mittel zum Protoplasma der Gewebszellen, d. h. seine lokalanästhesierende Kraft sein. Alle unsere sogenannten Lokalanästhetika zeichnen sich dadurch aus, daß sie in außerordentlich großer Verdünnung die Nervensubstanz beeinflussen.

Der zweite Wert ist ebenfalls ein relativer. Es kann an mehreren Quaddeln, welche gleichzeitig nebeneinander an einer Versuchsperson durch Injektion gleicher Mengen gleichkonzentrierter — theoretisch richtiger, aber praktisch unbequemer, wäre äquimolekularer — Lösungen verschiedener Mittel hergestellt sind, annähernd die Zeit bestimmt werden, während welcher die Sensibilität aufgehoben ist. Je länger dies geschieht, desto stabiler müssen die Veränderungen sein, welche das Mittel an der Nervensubstanz hervorruft. Im übrigen ist die absolute Zeitdauer der Anästhesie von vielen anderen Umständen abhängig, u. a. von der Versuchsperson, der Blutfülle der Applikationsstelle, der Resorptionsgeschwindigkeit, der Konzentration der Lösungen.

An den für das Auge sichtbaren Hautquaddeln können nun außerdem die sonstigen Gewebsveränderungen leicht erkannt werden. Es kann z. B. festgestellt werden, ob die Quaddeln rasch und spurlos ver-

schwinden, d. h. ob das Mittel ohne örtliche Gewebsschädigung resorbiert worden ist, oder ob sie Infiltrate hinterlassen, schmerzhaft werden, Entzündungen sich einstellen, das Gewebe nekrotisch wird, ob die Blutgefäße sich erweitern, oder eine Kontraktion derselben zustande kommt. Bei Versuchen mit Kodein, Morphium, Peronin und Tropakokain fand ich, daß diese Mittel, gleich den Insektengiften, akute, örtliche Ödeme verursachen. Auf diese Weise kann also ein Mittel leicht und schnell und — vorausgesetzt, daß die Untersuchung mit stark verdünnten Lösungen begonnen wurde — ohne Schaden für die Versuchsperson geprüft und mit einem anderen verglichen werden. Die Ergebnisse einer derartigen Prüfung können sofort in die Praxis übertragen werden.

Sobald jedoch die Moleküle des Mittels nicht direkt durch unsere Injektionsspritze an die Nervenelemente gebracht werden, sondern erst auf dem Wege der Diffusion hingelangen müssen, wird der lokalanästhesierende Effekt nicht allein durch die obigen Werte, sondern auch durch die Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen und die Diffusionsgeschwindigkeit der Mittel bestimmt. So kann z. B. ein Mittel mit einer großen lokalanästhesierenden Kraft für einen bestimmten Zweck wenig oder gar nicht brauchbar sein, weil es durch irgend eine Membran oder eine Gewebsschicht nicht zu diffundieren und gar nicht an die Nervenelemente heranzukommen vermag. Das Kokain mit seiner hohen lokalanästhesierenden Kraft ist, auf die Haut gebracht, absolut unwirksam, weil es dieselbe nicht durchdringen kann. Verdünnte Karbolsäurelösungen mit viel geringerer lokalanästhesierender Potenz setzen die Sensibilität bei gleicher Applikation bedeutend herab. Ein Vergleich verschiedener Mittel, deren Unschädlichkeit zuvor festgestellt ist, hinsichtlich ihrer durch Diffusionsvorgänge veränderten anästhesierenden Potenz kann gewonnen werden, wenn Lösungen von gleicher Konzentration bei Versuchspersonen in die Umgebung gewisser oberflächlich im Unterhautzellgewebe gelegener Hautnerven injiziert und Dauer und Ausbreitung der im Innervationsgebiet dieser Nerven entstehenden Anästhesie beobachtet werden. Recke hat auf meine Veranlassung eine vergleichende Untersuchung der neueren Ersatzmittel des Kokains von den eben geschilderten Gesichtspunkten aus vorgenommen. Ihre Ergebnisse werden später wiederholt herangezogen werden.

Ebenfalls reelle, relative Werte für die lokalanästhesierende Kraft chemischer Verbindungen bei ihrer Einwirkung auf die Froschhaut hat Gradenwitz gefunden. Seine Versuchsanordnung war folgende.

Frösche wurden des Gehirns und der Medulla oblongata beraubt, ferner wurde das Herz entfernt und das Gefäßsystem durch Spülung von seinem Blut befreit. Es sollte auf diese Weise die Resorption der Mittel verhindert werden, um ihre örtliche Wirkung rein zu erhalten. Die zu prüfende Lösung wurde auf das linke Bein des Frosches gepinselt und nach bestimmter Einwirkungszeit abgespült. Dann wurden beide Beine mittels des Türckschen Versuchs durch Eintauchen in $^1/_6\,\%$ige Salzsäure auf das Verhalten der Reflexe geprüft. Es lagen jetzt vier Möglichkeiten vor. 1. Beide Beine wurden nach gleicher Zeit angezogen: das Mittel war wirkungslos. 2. Das linke Bein wurde nach kürzerer Zeit angezogen: das Mittel hatte also die Sensibilität gesteigert. 3. Das rechte Bein wurde eher angezogen wie das linke: die Sensibilität des linken war also herabgesetzt worden. 4. Das linke Bein wurde nicht angezogen: die Sensibilität war also aufgehoben. Dieser letztere Fall wurde durch Eintauchen der Beine in 25%ige Salzsäure kontrolliert.

Die Ergebnisse der Gradenwitzschen Untersuchungen gelten nur für die Froschhaut, durch deren physiologische Eigenschaften die lokale Wirksamkeit der Mittel wesentlich beeinflußt werden muß. So ist es z. B. auffallend, daß Reizwirkungen irgend welcher Art auch bei Mitteln, welche nach den Untersuchungen der Liebreichschen Schüler und des Verfassers als ausgesprochene Anaesthetica dolorosa gelten müssen, so gut wie niemals zu bemerken waren. Eine Übertragung der Beobachtungen Gradenwitz' auf praktische Verhältnisse beim Menschen, ein Vergleich derselben mit Werten, die durch andere Untersuchungsmethoden gewonnen sind, ist nicht möglich, solange die Durchlässigkeit der Froschhaut für die verschiedenen Mittel eine unbekannte Größe ist.

Wieder einen anderen Weg des Tierversuchs schlugen Löwy und Müller bei der Prüfung eines neuen angeblichen Anästhetikums, des Yohimbins, ein. Läßt man Tiere Ammoniak einatmen, so tritt durch Reizung der Trigeminusenden in der Nasenschleimhaut sofort exspiratorischer Atemstillstand ein. War die Nasenschleimhaut anästhesiert worden, so war die Ammoniakwirkung abgeschwächt, d. h. die Atmung wurde langsamer und flacher, oder aufgehoben. Wie schwierig aber exakte Sensibilitätsprüfungen beim Tier sind, wird jeder wissen, der sich mit solchen beschäftigt hat. Man kann nur Annäherungswerte erhalten.

Wichtige Ergebnisse, auf die wir noch wiederholt zurückkommen müssen, haben dagegen die von Läwen und besonders von Groß angestellten Untersuchungen gehabt. Sie ließen die Lösungen der Anästhe-

tika auf den freigelegten N. ischiadicus des Frosches einwirken, bestimmten den Einfluß, den das Mittel auf die motorische Erregbarkeit des Nerven ausübte und verglichen die gewonnenen Werte miteinander und mit den durch Quaddelprüfungen gefundenen Werten.

Es hat sich gezeigt, daß das Anästhesierungsvermögen chemischer Verbindungen gebunden ist an bestimmte in ihnen enthaltene Atomgruppen, welche Ehrlich anästhesiphore Atomgruppen nannte, während die übrigen Atomgruppen unter Bildung neuer, nun ebenfalls anästhesierender Mittel durch andere ersetzt werden können. Wir begegnen hier also Ehrlichs Namen schon auf dem gleichen Wege, der später zur Entdeckung des Salvarsans geführt hat. Nachdem Einhorn die chemische Konstitution des Kokains und die Gruppierung seiner Atome erkannt und damit die synthetische Darstellung dieses Alkaloids ermöglicht hatte, diente dasselbe zum Ausgangspunkt zahlreicher hochinteressanter Versuche, seine anästhesiphore Atomgruppe mit neuen Atomgruppen zu verbinden. Das Ergebnis war, daß auf dem Wege methodischer, chemischer Forschung eine Anzahl neuer Lokalanästhetika (Holokain, Eukain und die Anästhetika der Orthoformgruppe, später Stovain, Alypin und Novokain) entdeckt worden sind, gewiß ein Triumph exakter Wissenschaft. Bezüglich der chemischen Beziehungen dieser Mittel zueinander muß ich auf die übersichtliche Zusammenstellung Einhorns verweisen.

Die bisher gefundenen, praktisch brauchbaren, lokalanästhetischen Mittel haben folgende allgemeine Eigenschaften. Sie sind, gleich den narkotischen Mitteln, universelle Protoplasmagifte, welche nicht nur die Nervenelemente, sondern die Funktion jedes Protoplasmas lähmen, mit dem sie in wirksame Berührung gebracht werden. Diese Universalität der Wirkung teilen sie aber mit unzähligen anderen differenten Substanzen, selbst die physikalische Wirkung des Wassers auf das Protoplasma ist durchaus universell.

Charakteristisch ist ihnen vielmehr die ganz besonders intensive, fast elektive Affinität zur Nervensubstanz. Sie lähmen die Funktion des Nervengewebes, mit dem sie in wirksame Berührung kommen, bereits in außerordentlich starker Verdünnung, welche nicht genügen würde, um Protoplasma anderer Art merklich zu beeinflussen. Sie müssen demnach, wenn sie in genügender Menge und genügend schnell in den Kreislauf gelangen, außer der beabsichtigten örtlichen Wirkung auch allgemeine Vergiftungen hervorrufen. Die Affinität der Mittel zum Nervensystem bedingt, daß diese toxischen Nebenwirkungen vorzugsweise das Zentralnervensystem betreffen.

Es ist von großer praktischer Wichtigkeit, daß diese Nebenwirkungen durchaus nicht allein abhängig sind von der angewendeten Dosis — die lokalanästhetischen Mittel besitzen keine sogenannte Maximaldosis — sondern ebensosehr von der Geschwindigkeit, mit der die verabreichte Dosis dem Körper zugeführt wird und zur Resorption gelangt. Näheres hierüber findet sich im folgenden Kapitel im Abschnitt über Kokain.

Charakteristisch für die Lokalanästhetika ist ferner die Reversibilität ihrer Wirkung. Sie vermögen die Nervenfunktion vorübergehend zu unterbrechen, ohne dauernde Wirkungen, dauernden Schaden zu hinterlassen. Von den Anaestheticis dolorosis Liebreichs unterscheiden sie sich dadurch, daß sie lähmen, ohne zuvor zu reizen, und daß sie keine Gewebsschädigungen verursachen.

Seine eben erwähnten Untersuchungen über die allgemeinen Eigenschaften der lokalanästhetischen Mittel faßt Groß folgendermaßen zusammen. Die Basen der Lokalanästhetika — geprüft wurden Kokain, Novokain, Stovain, Eukain, Alypin — haben alle die annähernd gleiche, und zwar wesentlich stärkere Wirkung als ihre Salze. Dies war daran zu erkennen, daß jene schneller und in größerer Verdünnung wirkten, wie diese. Das anästhetische Potential eines Salzes eines Lokalanästhetikums ist abhängig von dem anästhetischen Potential der Base und von dem Grade der hydrolytischen Spaltung der Salzlösung. Der Unterschied in der Wirkung, den die Lösungen der Chloride der gebräuchlichen lokalanästhetischen Mittel zeigen, ist lediglich durch den verschiedenen Grad der hydrolytischen Spaltung der Lösungen bedingt. Je schwächer die ein Salz bildende Säure ist, desto größer ist die hydrolytische Spaltung der Lösung. D. h. also: die Lösungen der Salze der lokalanästhetischen Mittel sind um so wirksamer, je schwächer die in ihnen enthaltene Säure ist. Beispielsweise zeigte eine Novokainbikarbonatlösung eine etwa fünfmal stärkere Wirkung, wie eine äquimolekulare Novokainchloridlösung. Die sensiblen Nerven erwiesen sich — was vom Kokain bereits früher festgestellt war (s. S. 87) — als empfindlicher gegen die Lokalanästhetika, wie die motorischen Nerven.

Groß hat ferner versucht, die Vorgänge aufzuklären, welche der anästhetischen Wirkung zugrunde liegen. Er ging dabei von den Untersuchungen Meyers und Overtons über die Narkose aus. Nach diesen ist die Wirkung der Narkotika durch ihr Verhalten gegenüber den Lipoiden des Zentralnervensystems bedingt. Sie hängt ab von der Fettlöslichkeit der Arzneimittel. Sie ist um so stärker, je größer die Fettlöslichkeit des Mittels, bzw. sein sog. Teilungskoeffizient ist, d. h. das

Verhältnis seiner Fettlöslichkeit zu seiner Wasserlöslichkeit. Infolge ihrer starken Fettlöslichkeit häufen sich die Narkotika im Zentralnervensystem an, wo sie nach Meyer und Overton keine chemische Verbindung eingehen, sondern lediglich physikalische Zustandsänderungen an den Lipoiden hervorrufen, mit ihnen eine Art fester Lösung bilden sollen. Nach Groß hat nun diese Theorie für die Lokalanästhetika und ihre Wirkung auf das periphere Nervensystem entsprechende Geltung.

Verworn, Bürker u. a. halten dagegen, ohne die von Meyer und Overton gefundenen Beziehungen zwischen narkotischen Mitteln und Lipoiden zu bestreiten, an der älteren Auffassung fest, daß die narkotischen Wirkungen nur durch Bildung chemischer Verbindungen im Zentralnervensystem zu erklären sind. Beide nehmen an, daß die Narkotika den Sauerstoff der nervösen Substanz mit Beschlag belegen, worauf es zu einer temporären Erstickung, verbunden mit Lähmung der physiologischen Funktion kommt. Der Umstand, daß bei der örtlichen Vergiftung ein Teil des angewendeten Anästhetikums an Ort und Stelle verbraucht wird und daß dieser Teil überhaupt nicht in den Kreislauf gelangt, sondern vorher zerlegt wird, spricht, wenigstens soweit es sich um die Lokalanästhesie handelt, sehr zugunsten der chemischen Theorie (s. S. 64 und S. 84).

Wir wollen die bei der Narkose und Lokalanästhesie an der Nervensubstanz sich abspielenden feineren Vorgänge einstweilen noch auf sich beruhen lassen und, um nichts vorwegzunehmen, die ältere Theorie Preyers folgendermaßen fassen: Die narkotischen und lokalanästhetischen Mittel rufen im Zentralnervensystem bzw. an den peripheren Nerven Veränderungen hervor, zu deren Beseitigung die Zellen unter vorübergehender Aufgabe ihrer Funktion ihre gesamte lebendige Energie verwenden müssen.

Bevor wir nunmehr die einzelnen örtlich anästhesierenden Mittel kennen lernen, ist es notwendig, zu wissen, auf welchen Wegen durch ihre Applikation beim Menschen terminale und Leitungsanästhesie hervorgerufen werden kann.

Figur 5 stellt einen schematischen Querschnitt durch irgend ein Gewebe des Körpers vor, welches mit einer Oberfläche A B, z. B. der Haut, Schleimhaut, einer serösen Haut, einer Synovialmembran an die Außenwelt oder einen Hohlraum des Körpers grenzt. N_1 und N_2 bezeichnen zwei sensible Nervenstämme, welche sich in dem Gewebe verästeln und deren Innervationsgebiete, wie das fast die Regel ist, ineinander übergreifen, derart, daß ein Gewebsbezirk von der End-

ausbreitung mehrerer Nerven versorgt wird. Wir wollen uns nun die Aufgabe stellen, den von dem Kreis I umschriebenen Bezirk mittels Anwendung von Lösungen spezifisch differenter Substanzen anästhetisch zu machen.

Der Bezirk I kann unempfindlich werden, wenn die in ihm befindlichen sensiblen Nervenendigungen sämtlich in Kontakt gebracht werden mit wirksamen Mengen einer Substanz, die ihre Funktion aufhebt. Es entsteht alsdann terminale Anästhesie. Dies ist auf mehreren Wegen zu erreichen.

1. Es kann mit Hilfe einer durchbohrten Nadel eine different wirkende Lösung unter einem gewissen Druck derart in das Gewebe injiziert werden, daß der ganze Bezirk I von ihr unmittelbar durchtränkt wird, von ihr infiltriert wird, die Lösung die normale Gewebsflüssigkeit verdrängt und sich an ihre Stelle setzt. Die Moleküle der gelösten Substanz gelangen, mechanisch hineingepreßt, überall sofort in Berührung mit den Gewebselementen und äußern ihre örtliche Wirkung unmittelbar nach der Einspritzung gleichmäßig in dem ganzen Bezirk. Ihre chemische Differenz wird sich naturgemäß auch dann noch bemerklich machen, wenn die Verdünnung der Lösungen so groß ist, daß die untere Grenze der Wirksamkeit des gelösten Mittels beinahe erreicht ist. Der Typus eines derartig infiltrierten Gewebes ist die künstliche Hautquaddel, und wir nennen eine auf solche Weise hervorgebrachte Anästhesie nach Schleich Infiltrationsanästhesie. Dauer und Intensität der Anästhesie im infiltrierten Gebiet ist u. a. abhängig von der Stabilität der in der Nervensubstanz vor sich gehenden Veränderung und von der Zahl der Moleküle des Mittels, welche in Wirksamkeit treten, d. h. mit anderen Worten, von der Konzentration der Lösung. Je konzentrierter die Lösung eines anästhesierend wirkenden Mittels ist, desto längere Zeit macht sie das mit ihr infiltrierte Gewebe unempfindlich. In dem ganzen Bezirk ist die Anästhesie von gleicher Dauer und gleicher Intensität, weil alle seine Nervenelemente in gleicher Weise affiziert sind.

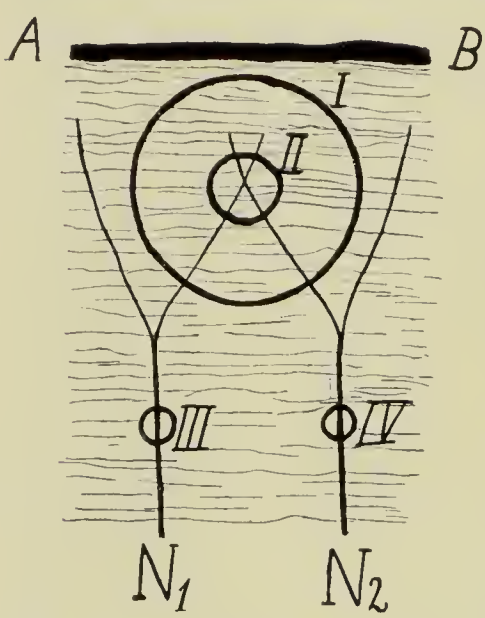


Fig. 5. Schema der örtlichen Anästhesierungsmethoden.

2. In dem Bezirk I kann auch noch auf andere Weise terminale Anästhesie entstehen. Werden Lösungen differenter Substanzen in sein

Zentrum, also etwa in einen vom Kreis II begrenzten Bezirk injiziert, so werden sich in diesem Bezirk II sofort jene lokalen, eben geschilderten Veränderungen einstellen, welche zur Infiltrationsanästhesie führen können. Nun beginnt aber, mögen die Lösungen einen vom Blut abweichenden osmotischen Druck besitzen oder nicht, ein Austausch der Moleküle der gelösten Substanz und der Salze der Gewebsflüssigkeiten. Die ersteren diffundieren, schnell oder langsam, weit oder weniger weit, je nach ihrer Diffusionsgeschwindigkeit, je nach der Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen für das angewendete Mittel, je nach der Konzentration der Lösung, in die Nachbarschaft und können nach Ablauf einer gewissen Zeit in dem ganzen Bezirk I die gleichen Veränderungen hervorrufen wie in seinem unter der direkten Einwirkung des Mittels stehenden Zentrum. Aber ein Unterschied besteht doch. Auf ihrem Diffusionswege nämlich wird die injizierte Lösung immer mehr verdünnt, je weiter sie sich vom Zentrum entfernt, immer weniger Moleküle der gelösten Substanz treten in Wirksamkeit, weil sie sich in einem räumlich immer größeren Gewebsbezirk verbreiten müssen und ein Teil schon auf dem Wege gebunden wird. Infolgedessen wird die Intensität der örtlichen Vergiftung vom Zentrum nach der Peripherie abnehmen, im gegebenen Fall wird, einige Zeit nach der Injektion, in dem Bezirk I eine Anästhesie entstehen, deren Dauer und Intensität vom Zentrum nach der Peripherie geringer wird. Örtliche Diffusionswirkungen dieser Art werden kaum von solchen Lösungen zu erwarten sein, die so weit verdünnt sind, daß die gelöste Substanz gerade eben noch geeignet ist, örtliche Wirkungen im direkt infiltrierten Gebiet erkennen zu lassen. Denn die Zahl der Moleküle, welche dann noch in die Umgebung des infiltrierten Bezirks diffundiert, ist viel zu gering, um noch einen merklichen Einfluß gewinnen zu können. Es sind also konzentriertere Lösungen, aber kleinere Mengen derselben notwendig, um auf solche Weise den gleichen lokalanästhetischen Effekt zu erhalten, wie wenn der ganze Bezirk I infiltriert worden wäre. Soll dies Kind auch einen Namen haben, so nennen wir es „indirekte Infiltrationsanästhesie“.

3. Auf dem Wege der Diffusion können ferner Moleküle der gelösten Substanz zu den im Bezirk I gelegenen Nervenelementen gelangen, wenn eine Lösung auf die freie Oberfläche AB gebracht wird. Lokalanästhesierende Wirkungen können nur dann zustande kommen, wenn die die Oberfläche bedeckende Membran für die Substanz durchlässig ist, wenn ferner die Konzentration der Lösung sehr viel konzentrierter ist als die, welche bei unmittelbarem Kontakt mit dem Nerven

noch eben die Sensibilität beeinträchtigt. Wie jede Diffusionsanästhesie, so braucht auch diese Zeit zu ihrer Entwicklung.

Differente chemische Verbindungen können aber auch die Funktion, die Leitungsfähigkeit der Nervenstämme fern von ihrer Endausbreitung affizieren. Wenn daher ihre Lösungen bei III und IV in die Umgebung der beiden Nervenstämme, welche den Bezirk I innervieren, injiziert wird, so können sie in dieselben hinein diffundieren und ihre Leitung unterbrechen. Dann tritt im Bezirk I Leitungsanästhesie ein. Lösungen von niedrigster, eben noch wirksamer Konzentration können diese Wirkung nur dann haben, wenn sie mit der Spritze direkt in den Nervenstamm, zwischen die Fibrillenbündel injiziert werden, den Nerven gleichsam infiltrierend. Werden sie in die Nachbarschaft des Nervenstammes gebracht, so müssen sie konzentrierter sein, und die beabsichtigte Wirkung braucht ebenfalls wiederum Zeit zu ihrer Entwicklung.

Endlich kann durch Injektion eines Anästhetikums in eine Arterie oder Vene bei gleichzeitiger Unterbrechung des Blutstromes im Verbreitungsbezirk des betreffenden Gefäßes terminale und Leitungsanästhesie hervorgerufen werden (arterielle Anästhesie und Venenanästhesie).

---

7. Kapitel.

Die örtlich anästhesierenden Arzneimittel.

Neue und erfolgreiche Bahnen sind der Lokalanästhesie durch die Anwendung spezifisch wirkender Arzneimittel erschlossen worden. Die bis in das früheste Altertum zurückreichenden Versuche, schmerzstillende Arzneimittel zur örtlichen Anästhesierung anzuwenden, blieben ohne Ergebnis, bis hierzu geeignete Mittel entdeckt worden waren. Das älteste von ihnen, und lange Jahre das einzige Lokalanästhetikum ist das Kokain, das im Kokastrauch enthaltene Alkaloid. Seine Eigenschaften sind sehr eingehend studiert, und da sie zum Teil typische, allen Lokalanästhetizis zukommende Eigenschaften sind, werden wir uns beim Kokain etwas länger aufhalten, als bei seinen Ersatzmitteln, obwohl diese ihrem Ahnen größtenteils den Rang abgelaufen haben.

1. Kokain.

Der Kokastrauch, Erythroxylon Koka Lam., ist einheimisch in Peru und Bolivia, wo derselbe seit uralter Zeit kultiviert wurde und im staatlichen und religiösen Leben des Volkes eine hervorragende Rolle spielte. Die Kokapflanze galt als göttliches Geschenk, welches „die Hungrigen sättigt, den Müden und Erschöpften neue Kräfte verleiht und die Unglücklichen ihren Kummer vergessen macht“ (Novinny). Zur Zeit der Inkas besaß allein die königliche Familie das Recht, Koka anbauen zu lassen und ihrem Genusse sich hinzugeben. Als Franz Pizarro 1532 in das Innere von Peru vordrang, fand er die Kokablätter bereits als ein weitverbreitetes und häufig mißbrauchtes Genußmittel vor. Unter spanischer Herrschaft wurde die Kokakultur zuerst verboten, dann monopolisiert, endlich wieder freigegeben, aber mit einer Steuer belegt, welche nach Wedell in Bolivia allein im Jahre 1850 etwa 3 Millionen spanische Taler abwarf. Das Interesse der europäischen wissenschaftlichen Welt wurde zuerst wachgerufen durch die Mitteilungen von Reisenden, wie Tschudi und Pöppig, wonach die Kokablätter von den Eingeborenen Südamerikas gekaut und als anregendes, das Bedürfnis des Schlafs und der Nahrung zeitweilig beschwichtigendes, die Körperkräfte steigerndes Genußmittel gebraucht werden, während ein Übermaß des Kokagenusses bald zu einer völligen Zerrüttung des Nervensystems führt. Noch heute gelten die Kokablätter dem Eingeborenen als unentbehrlich bei Verrichtung schwerer körperlicher Arbeit. Die glänzend grünen Blätter werden, sobald sie reif sind, von dem Strauch abgepflückt, in der Sonne getrocknet und sogleich verpackt. Eine größere Menge von ihnen brachte zuerst Scherzer nach Europa. Einen Teil derselben erhielt Wöhler in Göttingen, dessen Schüler Niemann und Lossen aus ihnen das Kokain darstellten. Später ist das Mittel von Merck, Skraup, Einhorn, Liebermann und Giesel auch synthetisch hergestellt worden.

Chemische und physikalische Eigenschaften. Kokain ($C_{17}H_{21}NO_4$) kristallisiert in großen, vier- bis sechsseitigen, farblosen Prismen. Es ist in Wasser fast gar nicht, leicht in Alkohol, Äther, Chloräthyl löslich, von bitterem Geschmack und alkalischer Reaktion. Es schmilzt bei 98^0, wobei es sich unter Bildung von Ecgonin zersetzt. Es bildet mit Säuren Salze, von denen das Chlorhydrat das bekannteste und am häufigsten therapeutisch verwendete ist. Das Kokainum hydrochloricum, $C_{17}H_{21}NO_4HCl$, bildet ein weißes, kristallinisches, in Wasser

und Alkohol sehr leicht lösliches Pulver. Auf die Zunge gebracht, verursacht es bitteren Geschmack und pelziges Gefühl. Der Kürze halber werden wir das salzsaure Kokain im folgenden einfach als Kokain bezeichnen.

Geschichte der Kokainanästhesie und Kokainvergiftung.

Durch die Entdeckung der lokalanästhesierenden Eigenschaften des Kokains wurden der Lokalanästhesie ganz neue Wege eröffnet, und ihre Geschichte ist für mehr als zwei Jahrzehnte fast identisch mit der der Kokainanästhesie. Ersatzmittel für Kokain sind erst seit wenigen Jahren bekannt.

Die ersten Mitteilungen über die anästhesierenden Eigenschaften des Mittels stammen von Scherzer, welcher beobachtete, daß beim Kauen von Kokablättern das Gefühl der Zunge sich abstumpft. Die gleiche Eigenschaft zeigte das von Garnecke (1855) und Percy (1857) aus den Kokablättern dargestellte Erythroxylin und in noch höherem Grade das Kokain selbst [Niemann (1860), Demarle, Schroff (1862), Moreno y Maiz (1868), von Anrep (1879)]. Von Anrep untersuchte ferner die lokale Einwirkung des neuen Mittels auf die Haut und auf das Auge. Er spritzte sich unter die Haut seines Arms eine schwache Kokainlösung: es entstand zuerst ein Gefühl von Wärme, dann trat Unempfindlichkeit gegen Nadelstiche an der Stelle der Einspritzung ein: nach 15 Minuten wurde die Haut an dieser Stelle rot, nach weiteren 25—30 Minuten verschwanden diese Erscheinungen. Bei der Einträufelung von Kokainlösungen in das Auge von Tieren beobachtete er nur die schon früher bekannte mydriatische Wirkung des Mittels. Dagegen überzeugten sich 1880 Coupard und Borderau, daß Kokain bei lokaler Anwendung kompletten Verlust der Augenreflexe bei Tieren bewirkt, und schon vorher bedienten sich Fauvel, Saglia u. a. der Kokablätter und ihrer Extrakte zur Behandlung schmerzhafter Affektionen des Larynx und Pharynx. So waren die Dinge vorbereitet, als Koller und kurz darauf Königstein zeigten, daß an dem durch Einträufelung 2%iger Kokainlösung unempfindlich gemachten Auge alle möglichen Operationen schmerzlos ausgeführt werden können. Kollers darauf bezügliche Mitteilungen auf dem Heidelberger Ophthalmologenkongreß 1884 fanden schnell ihre autoritative Bestätigung (Agnew, Moore, Minor, Knapp, Hirschberg, Gräfe, Abadie, Panas, Trousseau, Horner), und die Kokainisierung des Auges und überhaupt der Schleimhäute zur Erzeugung operativer Schmerzlosigkeit

wurde überall geübt. Bereits in demselben Jahr fand das Kokain ausgedehnte Anwendung in der Laryngologie (Jellinek, Schroetter, Stoerk, Zaufal, Fauvel) und Rhinologie (Bosworth, Lublinski); Otis und Knapp bedienten sich desselben zur Anästhesierung der Schleimhaut der männlichen Harnröhre, Fränkel der weiblichen Genitalien. War schon für die Ophthalmologie die neue Entdeckung von größtem Wert, weil jetzt viele Augenoperationen, für welche die Narkose nicht gebraucht werden konnte, sich besser und sicherer ausführen ließen, so gewann sie für die Laryngologie und Rhinologie eine Bedeutung, nicht unähnlich der, welche die Erfindung der in jenen Disziplinen selten verwendbaren Inhalationsanästhesie für die Chirurgie im allgemeinen gehabt hat. Schroetter, der sich anfangs etwas skeptisch gegenüber den Erfahrungen seines Schülers Jellinek verhalten hatte, äußerte kurz darauf: „Man kann wohl sagen, daß die technischen Schwierigkeiten bei der Ausführung der Operationen in der Kehlkopfhöhle überwunden sind, und daß die Laryngochirurgie jetzt Gemeingut aller Ärzte geworden ist.“ Der Ausbau der Technik, der heutige Stand der Laryngologie und Rhinologie ist nicht denkbar ohne ein Mittel wie das Kokain, welches nicht nur den Schmerz beseitigt und die Reflexe aufhebt, sondern auch die Schleimhaut zusammenfallen läßt, so daß Kehlkopf und Nasenhöhle viel leichter zugänglich werden.

Durch Injektion von Kokainlösungen in die Gewebe wurde die Kokainanästhesie auch der übrigen Chirurgie und der Zahnheilkunde dienstbar gemacht. Zunächst brauchte man hierzu meist konzentrierte (2—20%ige) Kokainlösungen. Werden einige Tropfen einer solchen in das subkutane Zellgewebe gespritzt, so wird nach kurzer Zeit infolge von Diffusion des Mittels nicht nur die darüberliegende Haut unempfindlich, wie es schon vor Jahren Anrep beobachtet hatte, sondern auch die unterliegende Faszie, und ebenso breitet sich Anästhesie der Fläche nach aus. Durch Injektion einer Anzahl von derartigen, in gewissen Abständen angeordneten Kokaindepots können größere Gewebsabschnitte unempfindlich gemacht werden. Das war die Methode der Kokainisierung, welche nach dem Vorgang von Corning, Roberts, Landerer, Wölfler, Dujardin Beaumez, Verchère, Hall, Witzel u. a. anfangs fast allgemein angewendet wurde. Von prinzipieller Bedeutung war die schon 1885 mitgeteilte Beobachtung Cornings, daß bei gleichzeitiger Unterbrechung des Blutstroms die anästhesierenden Wirkungen des Kokains sehr viel intensiver werden, und auf diese Weise ohne die Gefahr der Kokainvergiftung mit verdünnten Lösungen ($^1/_4$—$^1/_3$%) die gleichen lokalanästhetischen Wirkungen zu erzielen

sind wie am durchbluteten Gewebe mit sehr viel konzentrierteren Lösungen. Zur Unterbrechung des Blutstroms bediente er sich an den Extremitäten der Esmarchschen Blutleere, für andere Körperstellen konstruierte er Klemmen und mit Kautschuk überzogene Drahtringe, welche auf die Haut aufgedrückt wurden. Er legte Wert darauf, daß die Einspritzung der Kokainlösung vor der Unterbrechung des Blutstroms geschehe. Mit Hilfe dieser Methode konnte Roberts eine partielle Ellbogenresektion (Kokainverbrauch 0,06), später eine Osteotomie des Femurs wegen Genu valgum (Kokainverbrauch 0,19) schmerzlos ausführen. Er machte hierbei die Beobachtung, daß nach Injektion von Kokainlösung unter das Periost sowohl das Abheben desselben, als auch die Durchtrennung des Knochens unempfindlich wurde. Conway bediente sich des gleichen Verfahrens zur Anästhesierung der Bruchstelle gebrochener Knochen. Die anästhesierende Wirkung des Kokains bei der Einspritzung in Hydrozelensäcke beobachtete Burdel, später Thiéry u. a. Das Jahr 1887 brachte, dank einer Anregung Wölflers, eine außerordentlich große Zahl kasuistischer Mitteilungen über die bei der Kokainisierung zum Zweck chirurgischer Operationen gemachten Erfahrungen (Schustler, Fränkel, Spitzer, Chiari, von Fillenbaum, Lustgarten, Frey, Hoffmann, Fux, Hochstetter, Orloff u. a.). Auf allen Gebieten der Chirurgie wurde die Kokainanästhesie versucht, wobei man sich keineswegs auf die kleine Chirurgie beschränkte. Unterschenkelamputationen, Tracheotomien, Exstirpationen größerer Geschwülste, Herniotomien und Bauchoperationen aller Art wurden mit mehr oder weniger Erfolg ausgeführt. Viele Chirurgen (u. a. Wölfler, Fränkel, Orloff) betonen, daß nur dann mit Sicherheit die Gewebe unempfindlich werden, wenn man sie überall mit Kokainlösung durchtränkt, und daß man sich auf die Diffusionswirkungen des Mittels nicht sicher verlassen könne. Die systematische Durchtränkung der Haut mit Kokainlösung beschreibt bereits Roberts (1885): er zeichnete sich die Schnittlinie vor, indem er eine ganz oberflächliche Injektion machte, an der Peripherie der durch die vorherige Injektion entstandenen anämischen Zone die Hohlnadel von neuem einstach, wieder injizierte usw. in der ganzen Ausdehnung des beabsichtigten Hautschnitts. Ebenso wurden, wie Roberts sagt, die tieferen Teile behandelt. Die methodische Ausbildung dieses Verfahrens, das wir heute nach Schleich als Infiltrationsanästhesie bezeichnen, erfolgte jedoch erst später durch Reclus und Schleich selbst. Noch in anderer Richtung wurden die Eigenschaften des neuen Mittels bei chirurgischen Operationen verwertet. Die bereits an Tieren und von

Corning und Goldscheider am Menschen festgestellte Tatsache, daß Kokainlösungen die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen unterbrechen, und die Kokainanästhesie sich dem Verlauf der sensiblen Nerven entsprechend ausbreitet, fand schon 1885 praktische Anwendung bei Zahnextraktionen durch Halstedt, welcher das Kokain nicht in die Nachbarschaft des zu extrahierenden Zahns, sondern an den Stamm des N. infraorbitalis von der Mundhöhle aus injizierte, und später bei Operationen an den Fingern und Zehen durch Kummer und Pernice (Oberst). Eine weitere wichtige Beobachtung wurde 1885 von Corning gemacht: er injizierte einem Hund und einem Menschen 2—3% Kokainlösung zwischen die Dornfortsätze der unteren Brustwirbelsäule, sah, wie das Mittel seinen Einfluß auf das Rückenmark äußerte und die unteren Extremitäten unempfindlich wurden. Erst in neuester Zeit hat diese sogenannte Anästhesierung des Rückenmarks praktische Bedeutung erlangt. Endlich ist hier, zunächst nur kurz, darauf hinzuweisen, daß 1886 Wagner und Herzog die kataphorische Wirkung des galvanischen Stroms zu benutzen versuchten, um die unverletzte menschliche Haut, welche für Kokain an sich undurchdringlich ist, unempfindlich zu machen. So waren also in kürzester Zeit alle Wege beschritten worden, welche zur lokalen Anästhesierung mit Kokainlösungen denkbar sind. Der Rückschlag auf den anfangs von vielen Seiten der Kokainanästhesie, in der man einen vollwertigen Ersatz für die Narkose gefunden zu haben vermeinte, entgegengebrachten Enthusiasmus konnte nicht ausbleiben.

Eins der Bedenken, welche damals geäußert wurden (Hoffmann, Fränkel), richtet sich gegen die Lokalanästhesie überhaupt. Wir können bei der gegenwärtigen Beschaffenheit des Menschengeschlechts die mit der Narkose verbundene Bewußtlosigkeit nicht so leicht entbehren, „das Verträumen eines so fatalen Ereignisses, wie es jede Operation darstellt, ist sehr wünschenswert für viele Menschen“ (Fränkel). Das zweite, viel gewichtigere Bedenken war die nicht unerhebliche Gefahr der damaligen Kokainanästhesie. Vergeblich suchte man ihr entgegenzutreten mit dem bei der therapeutischen Verwendung anderer Gifte erprobten Verfahren, der Feststellung einer Maximaldosis, und der Hinweis Cornings, „es ist fast sicher, daß ein Mittel, welches starke chemische Affinitäten zu den Nerven besitzt, auch auf Herz und Zentralnervensystem wirken muß, wenn es in konzentrierter Lösung in den Blutstrom gelangt“, hatte nicht die genügende Beachtung gefunden.

Leichte, schwere und auch tödliche Kokainvergiftungen sind bei

jeder Art der Applikation dieses Mittels, bei interner und subkutaner Einverleibung und bei der Schleimhautanästhesierung in großer Zahl beobachtet worden, am häufigsten naturgemäß bei seiner Verwendung zu chirurgischen Zwecken. Eine Zusammenstellung der veröffentlichten Fälle von Kokainvergiftung — sicher nur ein kleiner Teil der wirklich beobachteten — hat Falk und später auf meine Veranlassung Weigand vorgenommen. Sie leidet zwar darunter, daß in den Publikationen vielfach die Konzentration der angewendeten Lösung nicht angegeben ist, die meisten derartigen Fälle stammen aber aus einer Zeit, in der man voraussetzen darf, daß die Lösungen konzentriert waren. Und so kann man immerhin manche Schlüsse ziehen. Die Fälle, wo das dem Körper einverleibte Kokain auch wirklich resorbiert worden ist, also bei interner Applikation und bei Gewebsinjektionen, erfordern eine andere Beurteilung als diejenigen, in denen nur ein Teil der verabreichten Menge in Wirksamkeit getreten und das wirklich resorbierte Quantum nicht zu bestimmen ist, also bei der Anästhesierung resorbierender Schleimhäute und seröser Membranen. In letzterem Falle spielt die Größe der gleichzeitig mit Kokain behandelten resorbierenden Fläche eine wesentliche Rolle. Die Augenärzte, welche das Kokain am häufigsten anwenden, beobachten nur selten Kokainvergiftungen: unter Weigands 26 Fällen befindet sich keiner mit tödlichem Ausgang. Wenigstens ist ein von Bottard (La Normandie med. 1887, zitiert bei Auber) mitgeteilter Fall, wo nach Einträufelung von 2%iger Kokainlösung der Exitus letalis eingetreten sein soll, wohl mit Recht angezweifelt worden. Der Grund ist leicht einzusehen: die Konzentration der angewendeten Kokainlösung beträgt selten mehr als 2—4%, die behandelte Schleimhautfläche ist eine sehr kleine. Unter 17 von Weigand zusammengestellten Vergiftungen nach Kokainisierung der Nasenschleimhaut befindet sich kein Exitus letalis, unter 12 Vergiftungen nach Applikation im Mund und Rachen deren 2, unter 11 Vergiftungen nach Kehlkopfanästhesierung 1 Todesfall. Bei der Kokainisierung der Mastdarmschleimhaut sind 3 Todesfälle notiert, von denen aber 2 offenbar ein und denselben Patienten betreffen, dessen Tod den Selbstmord des unglücklichen Chirurgen Kolomnin veranlaßte. Unzweifelhaft besonders gefährlich ist die Anwendung der zumeist üblichen 2 bis 10%igen Kokainlösungen in abgeschlossenen, mit Schleimhaut oder Serosa ausgekleideten Höhlen: Urethra, Blase und Skrotalhöhle. Unter den 24 von Weigand gesammelten Fällen befinden sich viele schwere Vergiftungen und 3 Todesfälle. (Sims 0,8 Kokain, Konzentration nicht mitgeteilt — Reclus 1,0 Kokain in 5%iger Lösung — Pfister 1,0 Ko-

kain in 20%iger Lösung). Über einen neueren Fall berichtet Czerny. Nach Injektion von 7 ccm 1%iger Kokainlösung in die Harnröhre trat der Tod ein. Zwei nicht veröffentlichte ähnliche Fälle, wo nach Injektion einiger Kubikzentimeter 5%iger Kokainlösung in die Blase der Exitus letalis eintrat, sind mir durch mündliche Überlieferung bekannt geworden. Hierzu kommt noch der Fall von Berger, wo Injektion von etwa 0,35 Kokain in 2%iger Lösung in die Skrotalhöhle den Tod zur Folge hatte. Einen ganz gleichen Todesfall erlebte noch im Jahre 1905 (!) Brouardel nach Injektion von 40 ccm einer 5%igen Kokainlösung in die Skrotalhöhle, obwohl die Lösung nach 3—4 Minuten wieder abgelassen worden war. Die Zahl der wirklich vorgekommenen Todesfälle ist unzweifelhaft viel größer als die Zahl der publizierten. Wir werden also zu dem Schluß kommen müssen, daß die Behandlung großer, resorbierender Flächen mit starken Kokainlösungen gefährlich und unzulässig ist. Vergiftungen nach Aufnahme des Mittels durch den Magen verzeichnet Weigand 15 mit 4 Todesfällen bei Kokaindosen von 0,8—1,5, Vergiftungen nach Gewebsinjektionen finden sich 132 mit 8 Todesfällen, von dem schon erwähnten Bergers abgesehen. Die Konzentration der Lösungen war meist 4% und mehr, soweit ersichtlich, die Dosis war meist eine außerordentlich hohe, bis zu 4,0 Kokain, in 2 Fällen aber nur 0,04 und 0,06. Reclus und Auber halten diese beiden Fälle nicht für Kokainvergiftungen, ebenso wie ein Fall von Bettelheim, wo nach Injektion von 0,01 Kokain in den Vorderarm sich schwere Zufälle einstellten, in seiner Ätiologie von Wölfler angezweifelt wurde. Es ist jedoch ziemlich gleichgültig, wie man hierüber denkt, denn in Weigands Zusammenstellung befinden sich nicht weniger als 40 Fälle, wo für gewöhnlich ganz unschädliche Dosen von 0,01—0,05 in einer Konzentration von 5% bis 30% injiziert wurden und Vergiftungen, zum Teil sehr schwerer Art, verursachten. Auf der anderen Seite werden gelegentlich bei Injektion einer sehr großen Dosis (2,0—2,5, Buebler) nur relativ leichte Vergiftungserscheinungen beobachtet. Wir entnehmen diesen Beobachtungen, daß auch da, wo eine exakte Dosierung des Kokains möglich ist, bei der Injektion des Mittels in die Gewebe, nicht die Dosierung allein es ist, welche den Eintritt oder das Ausbleiben der Vergiftung zur Folge hat, sondern daß noch andere Umstände hierbei in Betracht zu ziehen sind. Diese können entweder in der Beschaffenheit der Kranken liegen, es kann — wie gewöhnlich angenommen wird — eine weitverbreitete Idiosynkrasie gegen Kokain unter den Menschen existieren, oder die Eigenschaften des Kokains selbst bedingen seine ungleichmäßige Einwirkung auf den

Körper. Was ist richtig? Können Kokainvergiftungen vermieden werden, und wie ist dies möglich?

Physiologische Wirkungen des Kokains.

Die physiologischen Wirkungen des Kokains sind die eines universellen Protoplasmagiftes, welches überall da das Protoplasma afficiert, wo es mit ihm in Berührung kommt. Die Symptome seiner Einwirkung äußern sich daher teils am Ort, wo es dem Körper einverleibt wurde, teils an entfernten Körperstellen: dementsprechend ist zu unterscheiden eine örtliche und eine allgemeine Kokainvergiftung.

Wesen und Mechanik der örtlichen Kokainvergiftung.

Das Kokain lähmt, vorübergehend und ohne einen dauernden Schaden zu hinterlassen, die Funktion der sensiblen und motorischen peripheren Nerven (Alms, Mosso), der quergestreiften und glatten Muskeln (Albertoni, Sighicelli) und der Herzmuskulatur (Mosso), vorausgesetzt, daß es nicht allzu verdünnt mit diesen Geweben in wirksamen Kontakt gebracht wird. Werden freigelegte Nervenstämme mit Kokainlösungen behandelt, so erlischt sehr bald die Leitungsfähigkeit der sensiblen, später der motorischen Fasern (Torsellini, Feinberg, Alms, Kochs, Witzel, Goldscheider, Corning, Mosso). Herrenheiser stellte fest, daß das Kokain in gleicher Weise imstande ist, die Funktion des Nervus opticus zu lähmen. Aducco und Mosso (1890) zeigten, daß wenige Tropfen einer 10—20%igen Kokainlösung, auf den Boden des vierten Hirnventrikels gebracht, sofort das Atemzentrum lähmen, daß aber die Tiere durch künstliche Atmung am Leben erhalten werden können. Wie ganz besonders empfindlich das Zentralnervensystem gegen das Kokain ist, erschließen wir aus den Symptomen der allgemeinen Kokainvergiftung bei Menschen und Tieren. Daß unter der lokalen Einwirkung des Kokains Drüsen ihre Sekretion einstellen, Spermatozoen, Flimmerepithelien, die Blutkörperchen des Krebses, Lepidopterenlarven und Amöben ihre Beweglichkeit einbüßen, fand Albertoni. Derselbe Autor und Maurel beobachteten, wie durch kokainhaltiges Blut die Leukozyten gelähmt werden, ihre Kontraktilität, ihre Fähigkeit, aus den Gefäßen auszuwandern, verlieren, runde Form annehmen und sich in den Kapillaren ansammeln. Danilewski konnte an den abgeschnittenen Fühlern von Aktinien alle elementaren Erscheinungen der Kokainvergiftung studieren und sehen, wie auch sie nach Beseitigung des Giftes weiter lebten. Charpentier, Mosso u. a. end-

lich zeigten, daß auch die Pflanzen in gleicher Weise der Kokainvergiftung unterworfen sind.

Unter dem Einfluß des Kokains kontrahieren sich, besonders auffallend bei lokaler Einwirkung auf Schleimhäute, die kleinen Arterien und Kapillaren, so daß der Blutgehalt der vergifteten Gewebe zeitweilig erheblich vermindert ist. Eversbusch, Laborde u. a. hatten diese Oligämie für die wesentliche Ursache der lokalen und allgemeinen Kokainvergiftung gehalten. Am weitesten ist hierin Maurel gegangen, der mit einem außerordentlichen Aufwand von Mühe und Arbeit nachzuweisen versuchte, daß die unter dem Einfluß von Kokain gelähmten und die Kapillaren verstopfenden Leukozyten die Blutzirkulation in den bereits kontrahierten Gefäßen unterbrechen, und auf diese Weise die protoplasmatischen Funktionen gestört würden. Schon lange vor Maurel aber war die Unabhängigkeit der Kokainwirkung von Veränderungen des Blutgehalts der Organe zur Evidenz ersichtlich. Beweisend für diese Tatsache ist ja schon die universelle Wirkung des Mittels, der Umstand, daß Kaltblüter, welche ohne Blut weiter leben können, Organismen, welche überhaupt keinen Kreislauf besitzen, auf Kokain reagieren. An Fröschen, deren Gefäße mit Kochsalzlösung gefüllt sind, lassen sich die Symptome der allgemeinen und lokalen Kokainvergiftung in gleicher Weise studieren wie an bluthaltigen Fröschen und Warmblütern. Auch die ausgeschnittenen, einige Zeit überlebenden Organe von Warmblütern (z. B. Nervmuskelpräparate) reagieren nicht anders auf das Kokain, als wenn sie im Körper des Tieres von Blut durchströmt sind. Arloing kokainisierte das Auge eines Kaninchens und durchschnitt hierauf den Sympathikus derselben Seite. Obwohl jetzt die Konjunktiva sofort enorm hyperämisch wurde, blieb sie doch anästhetisch. Hierzu kommt weiter, daß die neueren Lokalanästhetika zum Teil sehr ähnlich wie Kokain wirken, während sie eine Gefäßkontraktion nicht verursachen, und endlich, daß eine Oligämie, selbst völlige Anämie der Gewebe, viele Symptome der Kokainvergiftung, insbesondere auch eine schnell einsetzende örtliche Lähmung des Schmerzsinnes, gar nicht hervorzubringen imstande ist (siehe Seite 36). Ein Einfluß der Gewebsanämie kann hier nur indirekt in dem Sinne in Betracht kommen, als die Verminderung der Blutzufuhr die Resorption des Mittels verlangsamt und ihm dadurch eine intensivere örtliche Einwirkung ermöglicht. Über eine direkte Beteiligung der Anämie an der Symptomatologie der Kokainvergiftung aber kann nur diskutiert werden, wenn gegen Schwankungen des Blutgehalts sehr empfindliche Organe, wie die Großhirnrinde, von

der Vergiftung betroffen sind. Auf diesen Punkt wird noch zurückzukommen sein.

Leukozytenlähmung, Gefäßkontraktion, Oligämie sind nicht die Ursache, sondern sind Teilerscheinungen, sind die Folgen der Kokainvergiftung, deren Symptome am wahrscheinlichsten durch die Annahme einer chemischen Affinität des Mittels zum Protoplasma erklärt werden können. Welcher Art die Verbindungen sind, welche unter der Einwirkung von Kokain im Protoplasma entstehen, ist nicht bekannt, nur soviel läßt sich sagen, daß es sehr lockere und flüchtige Verbindungen sein müssen, welche ebenso schnell wieder zerlegt werden, wie sie entstanden sind, worauf die gestörte oder unterbrochene Funktion der Gewebe wiederkehrt. Die Zerlegung der abnormen Verbindungen aber ist an die in den Geweben sich abspielenden Lebensvorgänge selbst gebunden, denn die bei der örtlichen Kokainvergiftung zu beobachtenden Erscheinungen lassen sich durch Unterbrechung des Blutstroms unter geeigneten Verhältnissen beliebig lange festhalten. Einige Eigentümlichkeiten der Kokainvergiftung machen es ferner mehr wie wahrscheinlich, daß dasjenige Kokain, welches einmal irgendwo gebunden gewesen ist, nicht wieder als solches in den Kreislauf zurückgelangt, sondern in seine molekularen Bestandteile zerlegt wird. Damit stimmt überein, daß in den Exkreten und Organen mit Kokain vergifteter Tiere Kokain wenig oder gar nicht nachweisbar ist. Nach Wiechowskis Untersuchungen scheidet der Hund von einer kräftig toxisch wirkenden Kokaindosis nur 5,1%, das Kaninchen aber gar nichts aus. Werden dagegen die Organe frisch getöteter Tiere mit Kokain behandelt, so kann der größte Teil (80%) wieder gewonnen werden. Es ist also die Zersetzung des Alkaloids an die vitalen Lebensvorgänge gebunden. Die älteren Versuche (1886) von Helmsing sind weniger verwertbar, weil eine charakteristische chemische Reaktion auf Kokain damals nicht bekannt war, doch spricht auch dieser Autor bereits die Vermutung aus, daß das Kokain im Tierkörper zersetzt werde.

Verschiedene Formen von Protoplasma, verschiedene Arten von Organismen, verschiedene Teile eines Organismus sind nicht gleich empfindlich gegen Kokain; ein Protoplasma braucht größere Dosen, um vergiftet zu werden, als ein anderes. Ebenso variabel ist die Qualität der Vergiftung. Das eine Mal ist der jeder Kokainlähmung vorausgehende Erregungszustand sehr gering, oft gar nicht nachweisbar, ein anderes Mal wird die Lähmung eingeleitet durch Reizerscheinungen heftigster Art. Der geringste Grad der Vergiftung äußert sich endlich überhaupt nur in einer Erregung, Funktionssteigerung, welcher

das Kokablatt seine kulturhistorische Bedeutung verdankt. Am empfindlichsten gegen das Gift ist die Großhirnrinde, demnächst die Medulla oblongata und das Rückenmark. Daher beherrschen die Symptome der Funktionsstörung derselben: intensive Erregung, Krämpfe, dann Lähmung, das Krankheitsbild der allgemeinen Kokainvergiftung bei Warmblütern.

Sehr empfindlich gegen Kokain sind weiterhin die peripheren sensiblen Nervenelemente, mag ihnen das Gift zugeführt werden von der Oberfläche einer Schleimhaut aus, oder durch Einspritzung direkt in die Gewebe oder in die dieselben ernährenden Arterien (Alms, Maurel). Die Empfindlichkeit der sensiblen Nervenendigungen der menschlichen Haut kann mit Hilfe der Quaddelprüfung zahlenmäßig festgestellt werden (s. Seite 66). Wird eine an und für sich indifferente Flüssigkeit, wie 0,9%ige Kochsalzlösung, in die Kutis injiziert, so genügt ein Zusatz von 0,005% (1:20000) Kokain zu derselben, damit im Bereich der Hautquaddel für kurze Zeit das Schmerzgefühl aufgehoben wird (Braun, Heinze). Noch weiter verdünnte Lösungen lassen diese Wirkung nicht mehr erkennen. Verdünnte und osmotisch indifferent gemachte Kokainlösungen sind bei der Injektion schmerzlos, konzentrierte, mehr als 3—4%ige Lösungen verursachen einen blitzartig kurzen, spezifischen Reiz, der sofort von tiefer örtlicher Lähmung der Sensibilität gefolgt ist. Die nach der Örtlichkeit und individuell wechselnde Dauer der Anästhesie wächst mit der Konzentration der Lösungen. Dauert die Quaddelanästhesie einer 1%igen Lösung 25 Minuten, so hält sie in einer, bei derselben Person, an einer der ersten benachbarten Stelle, mit 0,1%iger Kokainlösung angelegten Quaddel 15 Minuten an. Gefrierpunktsbestimmungen von Kokainlösungen ergeben folgendes:

0,1%ige	Lösung	Gefrierpunkt	—0,02°
1%ige	„	„	—0,115°
2%ige	„	„	—0,23°
3%ige	„	„	—0,305°
4%ige	„	„	—0,410°
5,8%ige	„	„	—0,565°

Die physiologische Konzentration liegt also etwa bei 5,8%. Verdünntere wässerige Lösungen wirken quellend. Der bei ihrer Injektion zu erwartende Quellungsschmerz wird jedoch bis herab zu etwa 0,05% durch die sofortige spezifische Lähmung verdeckt. 0,01%ige wässerige Lösungen rufen bereits lebhaften Quellungsschmerz bei der Injektion

hervor. Gewebsschädigungen lassen verdünnte osmotisch indifferente Kokainlösungen nicht erkennen: die Quaddeln verschwinden schnell, ohne Infiltrate oder andere örtliche Veränderungen zu hinterlassen. Die Intensität und Ausdehnung der durch Diffusion des Mittels entstehenden Kokainanästhesie hängt von der Konzentration der Lösungen ab. Verdünnte Kokainlösungen lassen sie nicht erkennen, die Anästhesie bleibt auf die Quaddel beschränkt. Bei Injektion 2%iger Kokainlösung entsteht bereits ein ziemlich großer anästhetischer und hemianästhetischer Hof um die Quaddel. Wird eine verdünnte (etwa 0,1%ige) Kokainlösung in das subkutane Zellgewebe, also nicht in die Kutis, eingespritzt, so beobachtet man an der die Injektionsstelle bedeckenden Haut in der Regel keine erhebliche Veränderung der Sensibilität. Steigert man aber die Konzentration der Lösung bis auf 2% und mehr, so erstreckt sich die einige Minuten nach der Injektion eintretende Anästhesie der Gewebe nicht nur auf die Haut, sondern auch auf die tiefer gelegenen Teile, Faszien, Muskeln, Periost usw. Desgleichen dringen Kokainlösungen auch beim Menschen in Nervenstämme ein, wenn es gelingt, sie in deren nächste Umgebung zu injizieren, und unterbrechen deren Leitungsfähigkeit, wenn sie in genügend starker (2—4%) Konzentration angewendet wurden. Auf die Geschichte, Theorie und Praxis dieses Verfahrens werden wir später ausführlich zurückkommen. Über die Steigerung der Intensität örtlicher Kokainvergiftung, welche durch Beschränkung oder Verhinderung der Resorption erzielt werden kann, s. 8. Kapitel.

Die Beziehungen des Kokains zu den verschiedenen Qualitäten der Hautsinnesempfindungen hat Goldscheider studiert und hat gefunden, daß von ihnen das Kitzelgefühl und der Temperatursinn am empfindlichsten gegen die Kokainvergiftung sind. Er beobachtete ferner die merkwürdige Erscheinung, daß sich an der menschlichen Haut oder der Zungenschleimhaut leicht ein geringer Grad von Vergiftung hervorbringen läßt, bei dem der Temperatursinn völlig gelähmt ist, aber eine Hyperalgesie gegen Wärmereize besteht, d. h. also: mäßige Wärmereize, welche an der normalen Haut lediglich als Temperaturdifferenz empfunden werden, erregen in der kokainisierten Haut oder Schleimhaut heftigen Schmerz. Es kann daraus auf das Bestehen eines Erregungszustandes der schmerzempfindenden Nerven geschlossen werden. Von der Richtigkeit dieser Beobachtung Goldscheiders habe ich mich überzeugt.

Tast- und Drucksinn sind weniger empfindlich gegen Kokain, denn wir finden sehr häufig einen Zustand von örtlicher Kokainvergiftung,

wo zwar Analgesie besteht, Tast- und Druckreize aber noch empfunden werden. Die verschiedene Empfindlichkeit der Sinnesnerven äußert sich aber auch — und hier weichen meine Beobachtungen von denen Goldscheiders ab — darin, daß nach gleichzeitiger lokaler Vergiftung mit einer Kokainlösung von bestimmtem Prozentgehalt die Sensibilität für Tast- und Druckreize zuerst zurückkehrt, nach einer Weile folgt die Schmerzempfindung, zuletzt die Temperaturempfindung.

Der Versuch wird am besten so angestellt, daß man sich eine etwa talergroße Hautfläche intrakutan mit 0,001—0,1%iger Kokainlösung (mit Zusatz von 0,9% Kochsalz) infiltriert. Man erhält dann einen größeren Bezirk, in dem überall ein gleichmäßiger und leicht nach der Konzentration der Lösungen zu variierender Grad lokaler Kokainvergiftung hervorgerufen und die Reaktion der Sinnesempfindungen auf Reize sicher geprüft werden kann. Auch sind die injizierten Kokainmengen so gering, daß eine Allgemeinwirkung hier ausgeschlossen werden kann, während Mosso (1890) schon bei internen Kokaingaben von 0,05—0,1 beim Menschen eine Steigerung der gesamten Hautsensibilität eintreten sah. Zunächst kann nun festgestellt werden, daß mit der Konzentration der verwendeten Kokainlösungen die Dauer der Anästhesie steigt. Weiter ergibt sich, daß die verdünntesten Kokainlösungen (0,001—0,003%ige) — die Konzentration wechselt nach Zeit und Individuum — nur den Temperatursinn lähmen und jene Hyperalgesie gegen Wärmereize veranlassen, etwas stärkere (bei mir meist 0,005%ige) auch Analgesie machen, noch stärkere stets alle Sinnesqualitäten lähmen. Prüft man nun den zeitlichen Verlauf der Lähmung, so ergibt sich ganz konstant, daß Tast- und Drucksinn zuerst wiederkehren, dann die Schmerzempfindlichkeit, zuletzt immer der Temperatursinn. Und auch hier kann, wenn die Kokainvergiftung im Abklingen begriffen ist, stets eine Zeitlang jene Hyperalgesie gegen Wärmereize beobachtet werden, auffallenderweise schon zu einer Zeit, wo Nadelstiche, Schnitte, faradische Reize noch kaum als Schmerz empfunden werden. Das hat eine gewisse praktisch-chirurgische Bedeutung. Denn wir haben hier die Erklärung für eine Erscheinung, die uns oft in der Praxis entgegentrat, daß bisweilen bei der Anwendung des Thermokauters in mit Kokain vergifteten Geweben die Schmerzempfindlichkeit auffallend schnell zurückkehrte. Wir bedürfen daher nicht mehr der auch von mir früher akzeptierten, an und für sich ziemlich unwahrscheinlichen Erklärung Reclus' für diese Tatsache, wonach infolge der Glühhitze das in den Geweben befindliche Kokain schneller als sonst zersetzt werden soll. Auch an einem Finger, den man sich in später zu schildernder Weise durch Injektion von Kokainlösungen an die Nervenstämme anästhetisch gemacht hat, kann das zeitlich verschiedene Abklingen der örtlichen Kokainvergiftung im Bereich der einzelnen Hautsinnesqualitäten sehr gut beobachtet werden.

Auf Schleimhäute appliziert, lähmt Kokain nicht allein die Schmerzempfindung, sondern auch andere, der Schleimhaut angehörige Sinnesempfindungen, wie Geschmacksempfindung und Geruchsempfindung (Zwaardemacker).

Weniger empfindlich, als die sensiblen, sind die motorischen Ner-

ven, soviel weniger, daß wiederholt ihre Immunität gegen das Kokain behauptet wurde. Alms und Kochs, später Mosso (1890), ferner Läwen (VII, 25) und Gros (VII, 13—15) zeigten jedoch, daß das nicht der Fall ist. Mosso brachte auf die Zwerchfellnerven des Hundes Kokain und sah darnach rasch eine Lähmung des Zwerchfells eintreten. Frank benutzte diese Eigenschaft des Kokains geradezu anstatt der Nervendurchschneidung bei physiologischen Experimenten an lebenden Tieren. Alms und Maurel spritzten Tieren Kokain in eine Arterie und beobachteten motorische Lähmung in den von ihr versorgten Muskeln. Mosso leitete an den Extremitäten von Fröschen und Warmblütern die künstliche Zirkulation mit Kochsalzlösung und defibriniertem Blut ein, denen Kokain in verschiedener Konzentration zugesetzt war. Betrug die Kokainmenge 0,6%, so wurden die Muskeln erst erregt, dann gelähmt und erholten sich, wenn sie mit kokainfreier Kochsalzlösung oder kokainfreiem Blut durchspült wurden. Enthielt die Spülflüssigkeit größere Mengen Kokain, so trat sofort Lähmung ein. Bei meinen Versuchen über Leitungsanästhesie (XI, 19) am lebenden Menschen trat stets eine Leitungsunterbrechung auch der motorischen und vasomotorischen Bahnen gemischter Nerven ein, wenn nur die Kokainwirkung genügend intensiv war; stets aber wurden die sensiblen Bahnen früher und auch für längere Zeit gelähmt, als die motorischen. War die Kokainwirkung weniger intensiv, so blieb die motorische Lähmung aus, während gleichzeitig die sensible Lähmung vollkommen ausgebildet sein konnte.

Das Froschherz wird nach Mosso erregt, wenn es durchströmt wird von Kochsalzlösung mit 0,04% Kokaingehalt, gelähmt, wenn 0,08% Kokain in ihr enthalten sind. Auch hier erfolgt restitutio ad integrum, wenn kein Gift mehr zugeführt wird. Albertonis Lepidopterenlarven und Amöben wurden durch Aufenthalt in ½% igen Kokainlösungen gelähmt. Was die Empfindlichkeit der Pflanzen anbelangt, so begünstigen 0,05—0,1% ige Kokainlösungen das Keimen des Samens und das Wachstum der Pflanzen, während 1% ige Lösungen diese Vorgänge verzögern und 2% ige Lösungen sie unterbrechen. Verhältnismäßig empfindlich sind die Leukozyten. Die menschlichen Leukozyten werden nach Maurel schon bei einem Kokaingehalt des Bluts von 0,02% gelähmt. Unbewegliche, in den Kapillaren angesammelte Leukozyten bilden in der Tat einen konstanten Befund bei der allgemeinen Kokainvergiftung, der aber freilich nicht die Bedeutung hat, die Maurel ihm zuschrieb. Wenn nun festgestellt ist, daß die Empfindlichkeit der sensiblen Nervensubstanz gegen Kokain eine außerordentlich große ist,

so wird man nicht umhin können, dem Kokain trotz seiner universellen Wirkung eine gewisse Spezifität gegenüber den peripheren sensiblen Nerven einzuräumen. Jedenfalls hat man bis zur Entdeckung des Kokains kein Mittel gehabt, welches gleich energisch auf die peripheren sensiblen Nerven einwirkte, ohne sie erkennbar zu reizen, ohne sie dauernd zu schädigen.

Nicht zutreffend ist freilich die Bezeichnung „sensitives Curare", welche Anrep, Laffont, Laborde, Dastre dem Kokain gegeben haben. Denn die motorischen und sensiblen Lähmungen, welche nach der Einverleibung toxischer Kokaindosen beobachtet werden, sind zentraler Natur und sind nicht durch die Einwirkung des Mittels auf die peripheren Nerven verursacht (Mosso).

Wesen und Mechanik der allgemeinen Kokainvergiftung.

Wenn Kokain dem Körper einverleibt wird und, resorbiert, in den Kreislauf gelangt, so kann es auch an anderer als der Applikationsstelle auf das Protoplasma der Organe wirken. Dieselben werden dann vergiftet werden und mit Reiz oder Lähmung antworten, wenn das Blut, welches sie durchströmt, Kokain in einer für das betreffende Organ wirksamen Konzentration enthält. Diese von Albertoni formulierte Einheit der lokalen und allgemeinen Kokainvergiftung bildet den Schlüssel zum Verständnis der eigentümlichen Wirkungen des Mittels.

Die schon von Mantegazza studierte und kulturhistorisch bedeutungsvolle Eigenschaft kleiner Kokaindosen — wie sie beim Kauen der Kokablätter in den Körper gelangen —, die Motilität und Sensibilität vorübergehend innerhalb normaler Grenzen zu erregen, die Leistungsfähigkeit und Aufnahmefähigkeit, den Stoffwechsel zu steigern, wurde später von Anrep, Mosso, Fleischer, Freud u. a. auch beim reinen Kokain wiedergefunden. Diese unzweifelhaft zentrale Wirkung kleiner Dosen des Gifts ist für uns nur von nebensächlichem Interesse. Bei der Schilderung des an Einzelheiten reichen, wechselvollen Bildes der akuten Kokainvergiftung nach Einverleibung größerer Dosen beim Menschen folgen wir in der Hauptsache Husemann. Störungen von seiten des gegen Kokain empfindlichsten Organs, des Zentralnervensystems, beherrschen dieses Bild. Die leichteste Form der Vergiftung besteht in einem plötzlich, gewöhnlich sehr schnell nach der Applikation sich einstellenden und auch bald wieder vorübergehenden Schwindelanfall. Derselbe kann sich steigern bis zum Kollaps mit kleinem, fliegenden Puls, Kriebeln und Kältegefühl in den Extremitäten,

unregelmäßiger, erschwerter Atmung, kaltem Schweiß. In schwereren Fällen stellt sich ein Ohnmachtsanfall mit Bewußtlosigkeit ein, dem ein mehrere Stunden anhaltender Schwächezustand folgt. Auch Erbrechen wird häufig beobachtet. Es ist, wie bereits angeführt, möglich und wahrscheinlich, daß bei der Entstehung der leichtesten Formen der Kokainvergiftung die Hirnanämie, welche das Mittel bewirkt, eine gewisse, im ganzen wohl nebensächliche Rolle spielt. Einem höheren Grad der spezifischen Vergiftung des Zentralnervensystems entspricht ein Symptomenbild, das hauptsächlich charakterisiert ist durch einen mehr oder weniger intensiven Erregungszustand der Großhirnrinde (Kokainrausch). Die Kranken sind unnatürlich aufgeregt, meist heiter, lachen, schwatzen, delirieren, halluzinieren; auch Melancholie und Verfolgungsideen werden beobachtet. Allerlei abnorme subjektive Empfindungen stellen sich ein, Trockenheit im Halse, Präkordialangst, Parästhesien, Anästhesien, Verlust des Gesichts-, des Geruchsinns, des Gehörs. Die Pupillen sind erweitert und starr, wie bei lokaler Applikation im Auge. Bisweilen steigert sich die Erregung bis zur Tobsucht. Schwere, lebensgefährliche Kokainvergiftungen werden fast stets eingeleitet durch heftige, epileptiforme Krämpfe mit Exophthalmus und Bewußtlosigkeit. Dann schwinden Sensibilität, Motilität, die Reflexe, zuletzt der Kornealreflex, die Kranken liegen in tiefem Koma, schließlich erfolgt der Tod infolge von Lähmung des Atemzentrums. Die Reihenfolge der Erscheinungen ist also die gleiche wie bei der Inhalationsnarkose mit Chloroform, Äther und ähnlichen Mitteln; dort sind aber die Reizerscheinungen gering, die Lähmung überwiegt, hier beherrscht die Erregung des Zentralnervensystems das Krankheitsbild. Zu Krampfanfällen neigende Personen bekommen leichter Kokainkrämpfe als andere. Bei nervösen Individuen sah man im Anschluß an die Vergiftung einen 3—4 Wochen anhaltenden, mit zeitweiligen Krämpfen verbundenen Krankheitszustand entstehen. Die vielfachen, in ihrer Intensität und Gruppierung wechselnden Symptome der akuten Kokainvergiftung sind hiermit noch nicht annähernd erschöpft, es gibt kaum eine pathologische Äußerung des Körpers, welche dabei nicht beobachtet worden wäre. Experimentelle Untersuchungen über die allgemeine Kokainvergiftung bei Tieren sind von Schroff (1862), Danin (1873), von Anrep (1879), Vulpian (1883), Mosso (1887), Albertoni (1890), Maurel (1892) und vielen anderen angestellt worden und haben den Zusammenhang der Erscheinungen geklärt. Die Symptome betreffen, wie beim Menschen, fast ausschließlich das Zentralnervensystem. Bei intelligenten Tieren, z. B. Hunden, kann nach Einverleibung

kleiner Dosen eine ähnliche Irritation der psychischen Sphäre beobachtet werden, wie beim Menschen: Aufregung, Depression, Halluzinationen. (Feinberg und Blumenthal, Mosso.) Jede schwere Vergiftung beginnt — gewöhnlich sofort nach der Aufnahme des Kokains — beim Warmblüter mit heftigen klonischen Krämpfen, Exophthalmus und Verlust des Bewußtseins. Bei Kaltblütern fehlen die Krämpfe, bei Warmblütern können sie ganz oder fast ganz fehlen, zumal wenn das Gift allmählich in verdünnter Lösung dem Tier zugeführt wird. (Nach eigenen Beobachtungen.) Wie beim Menschen folgt den Krämpfen tiefes Koma mit Verlust der Sensibilität, der Motilität, der Reflexe. Der Tod erfolgt während oder nach dem Krampfstadium durch Atemlähmung. Feinberg und Blumenthal haben den zentralen Ursprung der Kokainkrämpfe erwiesen, denn sie bleiben aus bei Tieren, denen die motorischen Rindenzentren exstirpiert sind, sie fehlen ferner bei neugeborenen Tieren, deren Rindenregion nach Soltmann bis zum 20. Tage nicht erregbar ist, und fehlen endlich, wenn durch Chloroform-, Äther- oder Chloralhydratnarkose zuvor die Hirnrinde gelähmt wurde. (Mosso.) Feinberg und Blumenthal, deren Beobachtungen später Soulier und Guinard bestätigten, glaubten, daß die Ursache der Krämpfe eine Hirnanämie sei. Es kann jedoch heute nicht mehr zweifelhaft sein, daß die spezifische Einwirkung des Giftes auf das Zentralnervensystem die Erregung der Rinde hervorruft. Denn erstens ist während des Krampfstadiums das Gehirn nicht anämisch, sondern enorm mit Blut überfüllt, wodurch auch der Exophthalmus zustande kommt, und zweitens erregen dem Kokain nahestehende, sehr ähnlich wirkende Mittel ganz gleichartige Krämpfe, obwohl sie das Gehirn nicht anämisch machen. (Tropakokain.) Auch die durch Kokain verursachten sensiblen und motorischen Lähmungen sind rein zentraler Natur, wie Mosso nachwies. Denn auch im tiefsten Koma bleiben Muskeln und periphere Nerven erregbar, während andererseits die Lähmung einer Extremität nicht ausbleibt, wenn sie vom Blutstrom des vergifteten Tieres ausgeschaltet ist.

Bei Kokainvergiftungsversuchen an Tieren treten mancherlei Eigenarten der Kokainwirkung in Erscheinung, die ihre Erklärung in dem Verhalten dieses Alkaloids zum Protoplasma finden. Wir haben als wesentliche Eigenschaften des Kokains erkannt: 1. seine große Affinität zum lebenden Protoplasma aller Art, welche zur Folge hat, daß das in den Körper eingeführte Mittel sofort gebunden wird, 2. seine Fähigkeit, flüchtige, wenig stabile Verbindungen mit dem Protoplasma einzugehen, welche vorübergehend dessen Funktion unterbrechen, sich

schnell wieder zersetzen und bei der Zersetzung nicht wieder als Kokain in den Kreislauf gelangen. Diese Eigenschaften bedingen die örtlich anästhesierenden Eigenschaften des Mittels und erklären folgende Eigentümlichkeiten der allgemeinen Kokainvergiftung.

Werden Kokainlösungen bei Tieren intravenös injiziert, so reagieren die Tiere prompt und gleichartig auf eine Kokaindosis, vorausgesetzt, daß dieselbe in der gleichen Menge Wassers oder eines anderen Lösungsmittels gelöst war; die gleiche Dosis aber wirkt anders, wenn sie in anderer Konzentration, oder nicht auf einmal, sondern in kurzen Intervallen injiziert wird. Dies Verhalten ist zuerst von Maurel eingehend studiert worden.

Nach Maurels Versuchen bewirkt 0,01 Kokain in 5%iger Lösung, einem Kaninchen in die Ohrvene injiziert, den sofortigen Tod des Tieres, 0,005 pro Kilo erregen heftige Krämpfe, 0,0025 nur Andeutungen von Vergiftung. Wird 0,002 pro Kilo in 5%iger Lösung wiederholt in Pausen von 5—10 Minuten intravenös injiziert, so kann 0,03 pro Kilo Kokain zugeführt werden, ohne daß Vergiftung eintritt. Ebensowenig tritt Vergiftung ein, wenn 0,03 pro Kilo auf einmal, aber nicht in 5%iger, sondern in ¼%iger Lösung injiziert wird. Ähnliche, von mir früher angestellte Versuche sind von Weigand mitgeteilt worden: 3 Kaninchen von annähernd gleichem Gewicht (1800 g) wurde Kokain in die Ohrvene injiziert:

dem ersten	0,005	in 10%iger	Lösung.	Resultat:	schwere Krämpfe und Lähmung.
„ zweiten	0,005	„ 1%iger	„	„	keine Vergiftung.
„ „	0,01	„ 1%iger	„	„	kurze, heftige Krämpfe.
„ dritten	0,02	„ 0,2%iger	„	„	vorübergehende Schwäche.
„ „	0,02	„ 0,1%iger	„	„	keine Vergiftung.

Also die vierfache Menge einer Kokaindosis, welche in 10%iger Lösung schwere Symptome von seiten des Zentralnervensystems hervorruft, wird in 0,1%iger Lösung ohne Schaden vertragen. Die Abschwächung der Giftwirkung, wenn ein Kokainquantum nicht auf einmal, sondern geteilt in kurzen Intervallen intravenös gegeben wird, beobachteten Feinberg und Blumenthal auch an Hunden. Die Erklärung dieses Verhaltens ergibt sich aus den Eigenschaften des Kokains. Das in das Blut eingeführte Gift reizt und lähmt das gegen dasselbe überaus empfindliche Zentralnervensystem zu einer Zeit, wo andere Organe noch gar nicht merklich reagieren, obwohl sie der Kokainvergiftung keineswegs unzugänglich sind. Kokainvergiftung des Zentralnervensystems, mit anderen Worten das klinische Bild der allgemeinen Kokainvergiftung, tritt dann ein, wenn das Blut, welches das Zentralnervensystem durchströmt, auch nur einen Augenblick das Alkaloid in einer für dieses Organ wirksamen Konzentration enthält. Ist diese Konzentration indessen geringer, so kann eine Zeitlang von neuem Kokain zu-

geführt werden, weil die kleinen, im Blut enthaltenen Kokainmengen sofort gebunden, aber auch wieder zersetzt werden; die akute Vergiftung bleibt also dann aus, weil die lebenden Zellen des Zentralnervensystems kleine, ihnen zugeführte Kokainmengen vertragen und unschädlich machen, solange Kokainzufuhr und -zersetzung in einem gewissen Gleichgewicht sich befinden. Es liegen hier demnach ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie sie von der Vergiftung mit inhaliertem Äther und Chloroform bekannt genug sind. Eine Maximaldosis besitzen diese Mittel nicht, eine äußerst geringe Menge von ihnen kann die Zentren der Medulla oblongata lähmen und das narkotisierte Individuum sofort töten, wenn sie in konzentrierter Form im Blut enthalten ist; die vielhundertfache Menge kann zugeführt werden, wenn das allmählich geschieht; maßgebend für die Intensität der Äther- und Chloroformvergiftung ist allein der Gehalt der Atmungsluft des Individuums an Äther oder Chloroformdampf. Ob und in welcher Intensität sich die Kokainvergiftung des Zentralnervensystems äußert, das hängt ebenfalls keineswegs allein von der dem Körper zugeführten Kokaindosis ab, sondern ebenso von der Zeit, in welcher sie zugeführt wurde. Gelangt sie plötzlich, d. h. in konzentierter Lösung, ins Blut, so kann diejenige Dosis sofort töten, welche allmählich, d. h. in verdünnter Lösung, oder abgeteilt in Intervallen verabreicht, nicht einmal Andeutungen einer Vergiftung des Zentralnervensystems erkennen läßt, weil die Konzentration des Kokains in den Kapillaren dieses Organs zu keiner Zeit die für dasselbe toxische Konzentration erreicht. Bei anderen Giften ist die Differenz in der Wirkung konzentrierter und verdünnter Lösungen nicht so auffallend, wie gerade beim Kokain. Besonders Gifte, welche an ihren Angriffspunkten stabile Veränderungen hervorrufen, sich anspeichern, können diese Erscheinung gar nicht in dem hohen Maße zeigen, vielmehr muß durch eine allmählich zugeführte Dosis, infolge von Summation der Giftwirkung, schließlich ziemlich der gleiche Zustand herbeigeführt werden, wie wenn dieselbe Dosis schnell resorbiert worden wäre. Wir werden in dem Akoin ein zu diesen Giften gehöriges Lokalanästhetikum kennen lernen.

Die Versuchstiere vertragen außerordentlich viel größere Mengen der gleichen Kokainlösung, wenn dieselbe nicht in die Venen, sondern in das subkutane Zellgewebe oder zwischen die Muskeln injiziert wird, wobei vorläufig von gewissen, noch zu erörternden Unregelmäßigkeiten in der Wirkung des Alkaloids abgesehen werden soll. Custer fand beim Kaninchen 0,03 pro Kilo in 5%iger Lösung als die niedrigste, noch deutliche Vergiftung auslösende, 0,1 pro Kilo als regelmäßig töd-

liche Dosis. Ich sah bei 0,02 pro Kilo in 10%iger Lösung gewöhnlich keine, bei 0,03 pro Kilo in der Regel Vergiftung, bei 0,1 pro Kilo in der Regel Exitus letalis. 0,1 pro Kilo wird von den meisten Autoren als die für das Kaninchen tödliche Dosis angegeben. Die Dosis Kokain also, welche beim Kaninchen, subkutan gegeben, toxisch oder tödlich wirkt, ist etwa zehnmal größer als die, welche, intravenös verabreicht, ähnliche Symptome hervorruft. Der Grund dieser Differenz muß in erster Linie gesucht werden in der verlangsamten Resorption des subkutan injizierten Alkaloids, in der auf ihrem Wege zum Zentralnervensystem vor sich gehenden Verdünnung der Lösung und in der bei subkutaner Injektion erfolgenden, teilweisen örtlichen Bindung des Mittels. Selbst bei intravenöser Injektion kann niemals die volle verabreichte Dosis in das Zentralnervensystem gelangen, denn gelähmte Leukozyten füllen überall die Kapillaren, durch welche Kokainlösungen hindurchgegangen sind, und müssen also einen Teil des Giftes absorbiert haben. Die Affinität des Kokains zu allen Gewebsbestandteilen muß naturgemäß in weit höherem Grade sich geltend machen und den wirklich resorbierten Teil desselben reduzieren, wenn seine Lösungen subkutan injiziert wurden. Die Wirkung der Dosis hängt auch bei subkutaner Injektion in hohem Grade ab von der Konzentration der verwendeten Lösung. Von zwei gleichgroßen Meerschweinchen wird nach Pouchet dem einen 0,04 Kokain in 4%iger Lösung, dem anderen 0,1 Kokain in $^2/_3$%iger Lösung subkutan injiziert. Das erste stirbt nach wenigen Sekunden, das zweite wird zwar vergiftet, stirbt aber nicht. Meine Versuche am Kaninchen ergeben, daß die in 5—10%iger Lösung tödliche Dosis von 0,1 pro Kilo geringe Symptome von Vergiftung, oder auch gar keine solchen verursacht, wenn man sie in 1%iger Lösung verabreicht. Auch zeigt sich, daß Kokain in verdünnten Lösungen viel weniger intensiv krampferregend wirkt, als in konzentrierter Lösung. Nach Maurel wirkt beim Kaninchen schon eine Dosis von 0,025 in 0,1%iger Lösung tödlich, während Custer sah, und das stimmt auch mit meinen Beobachtungen überein, daß 0,1 pro Kilo in 0,1%iger Lösung noch keine Vergiftung verursacht, bei 0,15 pro Kilo sich die ersten Zeichen einer Intoxikation einstellen, und daß auch 0,3 pro Kilo noch nicht den Tod der Tiere herbeiführte. Die abweichenden Angaben Maurels erklären sich dadurch, daß bei subkutaner Injektion großer Mengen verdünnter wässeriger Kokainlösung die Tiere nicht an Kokainvergiftung, sondern, wie Custer zeigte, an den Folgen der Wasserinjektion zugrunde gehen, was durch Zusatz von Kochsalz zur Kokainlösung verhütet werden kann, von Maurel aber nicht bemerkt worden ist.

Also in 5—10%iger Lösung macht eine subkutan injizierte Dosis Kokain ungefähr ähnliche Vergiftungserscheinungen, wie die fünffache Dosis in 0,1—0,2%iger Lösung; die Gründe für diese Erscheinung wurden bereits erörtert.

Anscheinend sehr auffallende Beobachtungen hat Maurel gemacht, wenn er Kokainlösungen nicht in die Venen, sondern in die Arterien von Kaninchen injizierte. Er gibt an, daß er in die A. femoralis oder A. renalis 0,1 pro Kilo in 10%iger Lösung injizieren konnte, ohne daß irgend welche Zeichen von Vergiftung eintraten, während die Kontrolltiere bei 0,02 pro Kilo intravenös sofort verendeten. Es stimmt dies zwar sehr schön in die Theorie, die Maurel von der Kokainwirkung entwickelt hat, aber richtig ist es nicht. Ich injizierte (1900) einem Kaninchen von 3000,0 Gewicht 0,1 Kokain=0,033 pro Kilo in 10%iger Lösung in die A. femoralis. Es trat augenblicklich der Exitus letalis ein. Bei einem zweiten Tier folgte der Injektion von 0,01 pro Kilo in 10%iger Lösung in die A. femoralis eine äußerst schwere Vergiftung, die aber nicht tödlich endete. Es ist bei diesen Versuchen selbstverständlich darauf zu achten, daß der arterielle Blutstrom während und nach der Injektion ungehindert vonstatten geht, damit das Kokain, wie beabsichtigt, auch wirklich sofort in den Kreislauf gelangt.

Es ist Mosso aufgefallen, daß Hunde gelegentlich anders als gewöhnlich reagierten, wenn er ihnen konzentrierte Kokainlösungen subkutan injizierte. Ein Hund vertrug 0,02—0,03 pro Kilo, ohne beträchtliche Vergiftungserscheinungen darzubieten, ein anderer starb rasch nach 0,03 pro Kilo. Die gleiche Beobachtung wird jeder gemacht haben, der Tiere derartigen Versuchen unterzog, und wird daraus entnommen haben, daß man von tödlichen, toxischen und nichttoxischen Dosen bei dieser Art der Anwendung des Mittels nur mit einer gewissen Reserve sprechen kann. Hier begegnen wir also im Tierversuch derselben anscheinenden Unregelmäßigkeit der Kokainwirkung, welche in der Geschichte der Kokainanästhesie eine so große Rolle spielt und fast allgemein angesehen wird als die Folge einer weitverbreiteten hypothetischen Idiosynkrasie gegen das Mittel. Gewiß wird es Menschen geben, welche gegen Kokain empfindlicher sind als andere, daß aber die überwiegende Mehrzahl der beim Menschen unerwartet nach Einverleibung kleiner Kokaindosen eingetretenen Vergiftungen anders zu erklären ist, und es nicht die Idiosynkrasie ist, welche der Dosierung des Kokains Schwierigkeiten bereitete, lehrt sowohl der Tierversuch, wie die neueren Erfahrungen am Menschen. Denn bei Tieren kann nur dann die atypische Wirkung, also der Eintritt von Vergiftung bei ungewöhnlich kleinen, das Ausbleiben derselben bei relativ großen Dosen beobachtet werden, wenn man mit konzentrierten Lösungen experimentiert und dieselben subkutan verabreicht. Bei intravenöser Injektion äußert dagegen ein und dieselbe Quantität einer Kokainlösung von gleicher Kon-

zentration auch stets dieselbe Wirkung, und beim Menschen existiert nach tausendfältiger Erfahrung jene angebliche Idiosynkrasie nicht mehr, seit zu Gewebsinjektionen nicht mehr konzentrierte, sondern verdünnte Kokainlösungen benutzt werden. Ferner ergibt sich, daß die abnorme, ungewöhnliche Wirkung einer Kokaindosis gelegentlich bei einem und demselben Tier sich zeigt, das vorher und nachher in der gewöhnlichen, normalen Weise auf sie reagierte. 0,03 pro Kilo Kokain in 10%iger Lösung einem Kaninchen subkutan injiziert, veranlassen für gewöhnlich sofort schwere Vergiftung, heftige Krämpfe mit folgender Lähmung, ohne zu töten. Am 19. Juni 1898 wurde einem Kaninchen von 2850 g Gewicht 1 ccm 10%ige Kokainlösung (= 0,035 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert. Es trat keine Vergiftung ein. Dasselbe Tier hatte einige Tage vorher auf 0,03 pro Kilo in 10%iger Lösung in regelrechter Weise reagiert und tat dasselbe drei Tage später. Hier reicht also weder eine von Aducco angenommene kumulative Wirkung des Mittels, noch eine Gewöhnung an dasselbe, wie sie Custer bemerkt zu haben glaubt, zur Erklärung aus. Ähnliche Beobachtungen wurden häufig beim Menschen gemacht, allerdings bei der Anästhesierung der Schleimhäute, wo eine genaue Dosierung nicht möglich ist. Weinrich z. B. berichtet über eine schwere Vergiftung nach Einführung von 2,0 Kokain in 20 ccm Wasser in die Blase, nachdem eine Zeit zuvor schon fünfmal die gleiche Menge anstandslos vertragen worden war; sieben Tage später bewirkte 1,0 Kokain in 30 ccm Wasser, in gleicher Weise angewendet, keine Vergiftung. Weinrich fügt hinzu, daß er einen zweiten, ganz analogen Fall gesehen hat. Bergmann berichtet über eine schwere Kokainvergiftung, welche nach Injektion von 0,02 in 5%iger Lösung in den Oberschenkel eintrat. Am Tage vorher war 0,05 in 5%iger Lösung in gleicher Weise angewendet worden ohne folgende Vergiftung. Bei der Anästhesierung der Nasenschleimhaut machten Hobbs und Rieke ähnliche Erfahrungen. Hobbs sagt deshalb, daß von einer toxischen oder nichttoxischen Kokaindosis gar keine Rede sein könne, da die nämliche Person zu verschiedener Zeit eine andere Empfänglichkeit gegen Kokain zeige. Mitteilungen hingegen darüber, daß ein und dieselbe Person immer wieder als besonders empfindlich gegen Kokain sich erwiesen hat, sind nur wenige zu finden. Die Erklärung dieser Erscheinungen unterliegt auch ohne die Annahme einer weitverbreiteten Idiosynkrasie keinen Schwierigkeiten. Typisch und regelmäßig sind allein die Wirkungen der dem Blutstrom direkt, durch intravenöse Injektion, zugeführten Kokainlösungen; äußerst kleine Mengen konzentrierter Lösungen sind nötig, um das Zentralnerven-

system intensiv zu schädigen. Je mehr aber die Lösungen verdünnt werden, desto größer wird die in gleicher Intensität toxisch wirkende Dosis. Werden nun konzentrierte Kokainlösungen zur Anästhesierung der Schleimhäute benutzt oder subkutan injiziert, so wird die Resorption eine weit langsamere sein als bei intravenöser Injektion, das Kokain wird verdünnt, ehe es an das Zentralnervensystem gelangt, deshalb bleibt die Vergiftung in der Regel aus bei viel größeren Dosen als die, welche, intravenös injiziert, toxisch wirken müssen. Durch Eindringen einer kleinen Quantität der konzentrierten Lösung in ein Blutgefäß oder ein Lymphgefäß, oder durch sonstige, im Allgemeinzustand des Individuums oder der Beschaffenheit des Einverleibungsorts liegende Umstände kann mehr oder weniger zufällig die Resorptionsgeschwindigkeit gesteigert werden, eine relativ kleine Dosis wirkt, als wäre sie intravenös injiziert worden. So erklärt also die besonders geartete, bei keinem der vor seiner Entdeckung bekannten Arzneimittel in ähnlicher Form anzutreffende Affinität des Kokains zum Protoplasma nicht nur dessen lokalanästhesierende Eigenschaften, sondern auch die Art seiner Einwirkung auf den Gesamtorganismus, die enorme Differenz in der Toxizität konzentrierter und verdünnter, intravenös und subkutan einverleibter Kokainlösungen und die anscheinende Ungleichmäßigkeit der Wirkung ein und derselben Dosis. Die Betrachtung der örtlichen und allgemeinen Kokainvergiftung lehrt sehr deutlich, wie Resorption, allgemeine und örtliche Wirkung in einem bestimmten Wechselverhältnis zueinander stehen.

Verhütung und Behandlung der Kokainvergiftung. Die Dosierung des Kokains.

Wie den Gefahren der Kokainanwendung begegnet werden kann, das ergibt sich aus den obigen Betrachtungen und den vorliegenden Erfahrungen beim Menschen. Es genügt hierzu nicht das Innehalten einer absoluten Maximaldosis; die große Verschiedenheit der von einzelnen Autoren als ungefährlich angegebenen Dosis (Landerer 0,01, Wölfler 0,02—0,05, Kocher 0,1, Reclus 0,2, Gluck 0,2—0,3) läßt schon erkennen, in welche Schwierigkeiten man bei der Dosierung des Mittels geraten ist. Die deutsche Pharmakopöe bezeichnet als Maximaldosis 0,05 pro dosi. Diese Angabe muß geändert werden, denn das Vertrauen auf sie hat noch neuerdings schwere Vergiftungen (Bergmann) veranlaßt. 0,05 pro dosi ist keine Maximaldosis, da sie weder vor Kokainvergiftungen schützt, noch diejenige größte Menge angibt, welche ungestraft ver-

abreicht werden darf. Als absolute Maximaldosis könnte allein diejenige größte Menge Kokain angesehen werden, welche, wenn sie in konzentrierter Form direkt in das Blut gelangt, keine Vergiftung verursacht; diese Menge ist viel kleiner, als die angebliche Maximaldosis der deutschen Pharmakopöe und wird sich auf Bruchteile eines Zentigramms belaufen; ihre Feststellung hätte nicht den geringsten praktischen Wert, da unter Berücksichtigung gewisser, aber allerdings unerläßlicher Vorsichtsmaßregeln sehr viel größere Kokainmengen ohne Schaden dem Körper zugeführt werden können. Diese Vorsichtsmaßregeln laufen in der Hauptsache darauf hinaus, die Resorptionsgeschwindigkeit des Mittels zu verlangsamen und zu verhüten, daß jene kleinste Maximaldosis zu irgend einer Zeit auf einmal im Blut vorhanden ist, da die Vergiftung auch bei großer Dosis ausbleibt, wenn sie dem Körper allmählich oder in Intervallen zugeführt wird, dagegen bei sehr kleiner Dosis eintritt, wenn sie auf einmal in den Kreislauf gelangt. Letzteres kann um so leichter vermieden werden, je weiter die zur Anästhesierung verwendeten Kokainlösungen verdünnt werden: die Verdünnung der Lösungen ist daher ein souveränes Mittel zur Verhütung der zentralen Kokainvergiftung.

Die Notwendigkeit, zu Gewebsinjektionen verdünnte Kokainlösungen zu benutzen, ist schon sehr bald nach der Einführung des Mittels erkannt worden, zuerst, wie erwähnt, von Corning, der zeigte, daß durch $^1/_3$—$^1/_5$%ige Kokainlösungen, allerdings unter Zuhilfenahme der Esmarchschen Blutleere, Anästhesie hervorgerufen werden kann, dann u. a. von Fränkel, der darauf hinwies, daß man mit 1%iger Kokainlösung bei gleicher Dosis einen weit größeren Gewebsabschnitt durch Gewebsinjektionen unempfindlich machen kann, als mit 10%iger Lösung. Motty teilte bei Gelegenheit einer Besprechung des Bergerschen Kokaintodesfalls in der Pariser chirurgischen Gesellschaft (1891) mit, daß er ausschließlich $^1/_2$%ige Kokainlösung injiziere und in Tausenden von Fällen niemals einen üblen Zufall erlebt habe. Auch Oberst (Pernice) brauchte schon seit 1889 prinzipiell $^1/_2$—1%ige Kokainlösungen, und Verfasser, der damals Obersts Verfahren kennen lernte und seitdem beinahe alltäglich angewendet hat, hat das klinische Bild der Kokainvergiftung beim Menschen niemals gesehen. Die allgemeine Anerkennung des Prinzips verdanken wir indessen den Bemühungen von Reclus und Schleich. Reclus vertrat in zahlreichen eigenen Arbeiten und solchen seiner Schüler (Auber, Fillon, Delbosc, Legrand) lange Zeit, entgegen der herrschenden Meinung, die Anschauung, daß Kokainvergiftungen vermeidbar, also auch nicht die

Folge einer Idiosynkrasie sind, bildete ein Verfahren technisch aus, welches gestattet, mit Hilfe von 1%igen (später ½%igen) Kokainlösungen, auch ohne Esmarchsche Blutleere, selbst große, früher nur in Narkose mögliche chirurgische Operationen auszuführen, und lieferte an mehr wie 7000 Fällen den Beweis, daß es ungefährlich ist. Ihm folgten Ceci, Hackenbruch und viele andere. Schleich endlich lehrte, wie mit noch mehr verdünnten (0,1—0,2%igen) Kokainlösungen, mit Hilfe einer besonderen Technik und in Verbindung mit der Anästhesierung durch Kälte die Anwendung der Kokainanästhesie noch weiter ausgedehnt werden kann. Lösungen mit einem 1% übersteigenden Kokaingehalt sollten niemals zu Gewebsinjektionen Verwendung finden.

In welcher Dosis dürfen die verdünnten Lösungen injiziert werden? Die ältere Literatur über die Kokainvergiftung handelt nur von konzentrierten Kokainlösungen. Auf die mit der Anwendung derselben gemachten Erfahrungen stützte sich Wölfler, als er die in Deutschland anerkannte Maximaldosis für das Kokain auf 0,05 normierte. Es wurde schon bemerkt, daß diese angebliche Maximaldosis an sich weder vor Vergiftung schützt, noch die Kokainmenge darstellt, welche ohne Gefahr angewendet werden darf. Reclus' große Erfahrungen an mehr als 7000 Kranken scheinen zu beweisen, daß man beim Gebrauch von ½—1%iger Kokainlösung die Dosis mindestens verdoppeln kann. Denn er selbst geht bis 0,2 und hat, abgesehen von vereinzelten leichten, rasch vorübergehenden Aufregungszuständen, keine Nebenwirkungen gesehen, seit er die Konzentration der Kokainlösungen auf ½—1% herabsetzte. Reclus hält aber folgende Vorsichtsmaßregeln für unerläßlich. Der Kranke darf nur in horizontaler Lage kokainisiert werden, nach der Operation muß er 2—3 Stunden in dieser Lage bleiben, wenn es sich um einen größeren Eingriff gehandelt hat, 20 Minuten nach geringfügigen Operationen. Die Injektionen empfiehlt er, nie bei stillstehender Hohlnadel, sondern während des Vorschiebens und Zurückziehens derselben auszuführen, um das Eindringen größerer Mengen von Kokain in Venen zu vermeiden. Beim Gebrauch der noch weiter verdünnten Schleichschen Lösungen mit 0,1—0,2% Kokaingehalt dürfte die Dosis von 0,1 noch viel weniger Bedenken haben. Ein wirksames Mittel zur Verzögerung der Kokainresorption und zur Verhütung von Nebenwirkungen ist, worauf Corning bereits 1885 hinwies, die Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Extremitäten. Beim Menschen sind schwere Kokainvergiftungen noch gar nicht beobachtet worden, wenn unter Blutleere an den Extremitäten operiert wurde. Es ist vielleicht erlaubt, unter diesen Umständen selbst konzentriertere

Kokainlösungen in die abgeschnürten Glieder zu injizieren, wenn hieraus besondere Vorteile erwachsen sollten. Es ist alsdann nur darauf zu achten, daß die abschnürende Binde mindestens ½ Stunde liegen bleibt, oder aber man bedient sich des von Dumont, Wyeth, Barton, Mattison empfohlenen Verfahrens, nach Beendigung der Operation die Binde mehrmals für 2—3 Minuten zu lüften, ehe man sie ganz abnimmt, um auf diese Weise das noch in der Extremität vorhandene Kokain allmählich dem Kreislauf zuzuführen. Näheres über die Bedeutung der künstlichen Anämie und anderer, die Resorption verzögernder Mittel für die Lokalanästhesie s. 8. Kap.

Derselbe Gesichtspunkt, der bei der Anwendung von Kokainlösungen zu Gewebsinjektionen maßgebend ist, die Verhütung der schnellen Resorption einer auch nur kleinen Kokaindosis auf einmal, ist in gleicher Weise bei der Anästhesierung resorbierender Oberflächen durch Kokainlösungen besonders zu beachten. Die Anästhesierung einer Schleimhaut, wie die des Auges, der Nase, des Mundes, des Kehlkopfes, erfordert schnell wirkende, konzentrierte bis zu 20%ige Kokainlösungen. Von irgend welcher Dosierung des Mittels kann hierbei keine Rede sein, wenn jedoch das Augenmerk darauf gerichtet wird, daß stets nur möglichst kleine Schleimhautflächen auf einmal mit der konzentrierten Kokainlösung behandelt werden, wenn ihr Überfließen aus Mund und Nase in Rachen und Ösophagus verhütet wird, dann werden die schweren Formen der Kokainvergiftung ziemlich sicher zu vermeiden sein. Große, resorbierende Flächen, wie Blasenschleimhaut, Urethra, Skrotalhöhle, Gelenkhöhlen, der Einwirkung konzentrierter Kokainlösungen auszusetzen, ist in hohem Grade gefährlich, wie die Geschichte der Kokainanästhesie zeigt. Es kommt dabei offenbar nicht im geringsten darauf an, wieviel von der betreffenden Lösung in den Hohlraum eingeführt wurde; in dem schon erwähnten Fall von Berger wurde die in die Skrotalhöhle injizierte Kokainlösung (0,35 Kokain in 2%iger Lösung) nach kurzer Zeit wieder abgelassen, trotzdem trat der Tod ein, man kann also doch nicht die Dosis 0,35 Kokain für den unglücklichen Ausgang verantwortlich machen, ebensowenig die in anderen ähnlichen Fällen in die Blase oder Urethra gebrachten Kokaindosen; denn die Blase wurde ebenfalls entleert und ausgespült, aus der Urethra fließt eine injizierte Flüssigkeit größtenteils von selbst ab. Die Unglücksfälle wären also vermutlich auch dann eingetreten, wenn von der angewendeten Kokainlösung nur ein kleiner Teil eingeführt worden wäre. Es ist auch anzunehmen, daß aus 5 ccm einer 5%igen oder 10%igen Kokainlösung, die man eine ge-

wisse Zeit auf die Blasenschleimhaut einwirken läßt, in dieser Zeit ebensoviel Kokain resorbiert wird, wie aus 10 ccm derselben Lösung; allgemeine oder örtliche (z. B. in der Blase vorhandene Ulzerationen) Verhältnisse mögen im Einzelfall eine besondere Beschleunigung der Resorption und damit den Eintritt der Vergiftung veranlaßt haben. Wir haben uns hier also nicht zu fragen, eine wie große Dosis Kokain in diese Hohlräume eingeführt werden darf, sondern welche Konzentration der Kokainlösung nicht überschritten werden soll. Die Beantwortung dieser Frage ist für Hohlräume, wie Blase, Skrotalhöhe, Gelenkhöhlen, insofern sehr einfach, als deren Innenfläche bei genügend langer Einwirkung einer 0,1—0,2%igen Kokainlösung ebensogut anästhetisch wird, als durch 10%ige Kokainlösung. Die männliche Harnröhre wird durch 1%ige Kokainlösung nach kurzer Zeit unempfindlich, für die großen Hohlräume ist auch diese Konzentration zu vermeiden. Mit jenen verdünnten Lösungen aber können sie in beliebiger Menge angefüllt werden, je nach ihrem Fassungsvermögen. Was davon während ihrer Einwirkung, im Lauf von 20—30 Minuten, resorbiert wird, das kann sich immer nur auf wenige Milligramme Kokain belaufen, denn eine meßbare Abnahme erfährt die Flüssigkeit in dieser Zeit nicht, es handelt sich lediglich um das Kokain, was in die Wandungen des Hohlraumes diffundiert. Deshalb ist es auch ganz einerlei, ob 100, 200, 300 oder mehr Kubikzentimeter injiziert werden. Zentrale Vergiftung ist auf diese Weise ohne Rücksicht auf die angewendete Kokaindosis mit Sicherheit zu vermeiden.

Man hat ferner versucht, durch Zusätze anderer Substanzen die zentrale Wirkung des Mittels zu beschränken. Stuver empfiehlt hierzu Antipyrin (5,0 Kokain, 10,0 Antipyrin, 100 Wasser), Glück Karbolsäure, Parker Resorzin. Ich habe mich bei darauf gerichteten Versuchen weder davon überzeugen können, daß bei Zusatz von 4% Karbolsäure zu wässerigen Lösungen von Kokain dessen Giftigkeit verringert, noch daß dadurch beim Menschen seine lokalanästhesierende Fähigkeit gesteigert würde. Gauthier, Thomas und Guitton empfehlen, der Kokainlösung Nitroglyzerin zuzufügen (10 Tropfen einer 1%igen Nitroglyzerinlösung auf 10 ccm einer 1%igen Kokainlösung), um durch die gefäßerweiternde Wirkung dieses Mittels der gefäßverengernden des Kokains entgegenzuwirken. Da die Gefäßkontraktion nur eine Teilerscheinung der Kokainvergiftung ist, so dürfte dem Mittel höchstens insofern ein Nutzen zugesprochen werden können, als es einer Hirnanämie, wie sie als erstes und oft einziges Symptom einer Kokainintoxikation häufig beobachtet wird, vorübergehend entgegen-

wirken kann. Anstatt aber ein so differentes Mittel, wie Nitroglyzerin, prophylaktisch und regelmäßig bei der Kokainisierung in den Körper einzuführen, erscheint es wohl zweckmäßiger, sich nur im Fall einer Vergiftung des ähnlich wirkenden Amylnitrits zu bedienen, welches im Augenblick, wo es eingeatmet wird, auch die Gefäße des Kopfes zur Dilatation bringt. Am besten aber ist es, Hirnanämie durch Horizontallage nicht erst entstehen zu lassen.

Nach Wölflers Meinung treten Intoxikationen bei Injektion von Kokainlösungen im Gesicht und am behaarten Kopf leichter ein, als bei solchen am Rumpf und an den Extremitäten, weshalb er die Maximaldose für den Kopf auf 0,02 gegen 0,05 für die Extremitäten und den Rumpf normierte. Tierversuche, sowie die Zusammenstellung der publizierten Kokainvergiftungen geben über diese Frage keine Auskunft. Jedenfalls scheint beim Gebrauch weniger konzentrierter Kokainlösungen eine derartige Differenz in der Wirkung nicht zum Ausdruck zu kommen, Reclus beobachtete sie trotz seiner großen Erfahrungen niemals und glaubt, Wölflers Beobachtung finde darin seine Erklärung, daß viele Operationen am Kopf bei sitzender Stellung des Kranken ausgeführt werden.

Wenn oben der Nachweis geführt wurde, daß eine Idiosynkrasie der Menschen gegen Kokain in dem Umfang, wie es zumeist angenommen wird, nicht existiert, und daß die anscheinend regelwidrigen Wirkungen des Mittels meist eben nur anscheinend regelwidrig sind und ihre Erklärung in den Eigenschaften desselben finden, so soll damit selbstverständlich nicht geleugnet werden, daß die Empfindlichkeit des Zentralnervensystems verschiedener Menschen wie gegen andere Nervengifte, so auch gegen das Kokain verschieden ist. Aus dem Vorhandensein einer derartigen undefinierbaren Disposition aber werden sich keine Regeln für die Anwendung des Kokains ableiten lassen.

Wo die Anwendung konzentrierter Kokainlösungen nicht zu umgehen ist, wie in der Laryngologie und Rhinologie, da wird auf die körperliche Beschaffenheit der Kranken Rücksicht genommen werden müssen. Ein Überwiegen der Kokainintoxikation beim männlichen Geschlecht gegenüber dem weiblichen oder umgekehrt hat sich nicht feststellen lassen. Beide Geschlechter können in gleicher Weise von ihr betroffen werden. Kinder sind nach Trzebicki wenig tolerant, nach Felizet (bei Berger) gerade besonders tolerant gegen Kokain. Körperlich heruntergekommene, nervöse Kranke, solche, die an schweren Herzfehlern leiden oder durch Schmerzen, Blutverlust

und erschöpfende Krankheiten geschwächt sind, Potatoren, hysterische Personen und Epileptiker erheischen bei der Anwendung des Mittels besondere Vorsicht. (Lewin.) Bei vorsichtiger Anwendung aber und insbesondere, wo verdünnte Kokainlösungen den Zweck erreichen lassen, da bilden alle diese Zustände geradezu eine direkte Indikation für die Kokainanästhesie, um die Narkose vermeiden zu können.

Die fortschreitende Erkenntnis der Mechanik der Kokainwirkung hat somit dazu geführt, daß ein an und für sich gefährliches Gift bei zweckmäßiger Anwendung ohne Lebensgefahr für die Kranken zur Anästhesierung bei chirurgischen Operationen selbst größeren Umfangs benutzt werden kann.

Bei geeigneter Prophylaxe wird die Behandlung der zentralen Kokainvergiftung nur selten in Frage kommen. Sie richtet sich, da dem Kokain wirklich antagonistische Mittel nicht bekannt sind, gegen die Symptome der Vergiftung. Man läßt den Kopf tief lagern und nach Schillings Empfehlung die Dämpfe einiger Tropfen Amylnitrit einatmen, ein Mittel, das sich wenigstens in den ersten Stadien der Vergiftung oft bewährt hat. Die Hirnanämie wird dadurch beseitigt, und das Zentralnervensystem vermag infolge reichlicher Blutdurchströmung leichter mit dem Kokain fertig zu werden. Wir sehen ja, daß auch die örtliche Kokainvergiftung in blutreichen Geweben schneller abklingt, als in blutarmen. Gegen die Konvulsionen wird die Darreichung der Narkotika empfohlen, da nach Mossos Tierversuchen die Krämpfe an mit Chloralhydrat, Äther, Chloroform betäubten Tieren ausbleiben. Ganz unbedenklich dürfte diese Therapie beim Menschen nicht sein, jedenfalls dürfen Narkotika nur gegeben werden, solange ein Erregungszustand vorhanden ist. Geht die Kokainvergiftung über diesen hinaus, macht die Erregung der zentralen Lähmung Platz, so wirken die Narkotika nicht mehr antagonistisch, sondern im gleichen Sinn wie das Gift, das man bekämpfen will. Es dürfte daher ratsam sein, zur Unterdrückung der Konvulsionen ein rasch und flüchtig wirkendes Mittel, z. B. die Äthernarkose, anzuwenden und sie zu unterbrechen, sobald der Zweck erreicht ist. Wichtiger als diese Maßnahmen erscheint bei schwerer Kokainvergiftung Anregung der Herztätigkeit durch Hautabreibungen und Darreichung von Analeptizis, innerlich oder subkutan, und vor allem die künstliche Atmung, wenn Lähmung des Atemzentrums droht. Legrand berichtet von einem Fall, wo ein Kranker 1,0 Kokain subkutan genommen hatte und durch fünf Stunden lang fortgesetzte künstliche Atmung am Leben erhalten wurde. Bei Vergiftungen

per os ist natürlich eine Magenspülung vorzunehmen. Bei akuter Vergiftung nach Injektion in eine Extremität ist sofort eine Abschnürung derselben durch Gummischlauch oder Gummibinde für etwa eine Stunde vorzunehmen, während nach Injektionen an einer anderen Körperstelle die Abkühlung derselben durch Ätherspray und Eisbeutel zu versuchen wäre, um die schnelle Resorption des Mittels zu verhindern.

Die örtliche Schädigung der Gewebe durch Kokainlösungen. Die Herstellung und Sterilisation derselben.

Mitteilungen über örtliche Schädigungen bei subkutaner oder submuköser Injektion von Kokainlösungen entstammen ausschließlich der älteren Literatur. Einige Male (Strauß, Bousquet, Johnson u. a.) wurde lokale Gangrän an der Injektionsstelle oder deren Umgebung beobachtet, häufig entstanden auch örtliche Ödeme. Unreine Präparate, sekundäre, durch Schimmelpilze verursachte Verunreinigung der Lösungen, mangelhafte Sterilisation derselben oder des Operationsfeldes (Zahnfleisch!) werden meist derartige Zufälle verschuldet haben; auch ist zu beachten, daß hochkonzentrierte Lösungen natürlich die Gewebe mehr irritieren als verdünnte, und daß auch die durch dieselben verursachte Wasserentziehung ein gewebsschädigendes Moment darstellt. Beim Gebrauch verdünnter Kokainlösungen zu Gewebsinjektionen wurden lokale Schädigungen bisher nicht beobachtet. Zu beachten ist, daß die jetzt gebräuchlichen Kokainlösungen von 0,1—1% quellend wirken, um so mehr, je verdünnter sie sind. Eine 0,1%ige wässerige Kokainlösung, in die Kutis injiziert, hinterläßt daselbst als Ausdruck einer Gewebsschädigung ein schmerzhaftes Infiltrat, während dieselbe Lösung, mit einer entsprechenden Menge Kochsalz versetzt, spurlos resorbiert wird. Um die quellende Wirkung der verdünnten Lösungen ganz auszuschalten, muß ihnen durch Kochsalzzusatz ein Gefrierpunkt gegeben werden, der dem des Blutes (—0,55 bis —0,56°) gleich ist. Der Gefrierpunkt einer wässerigen 0,1%igen Kokainlösung weicht nur um 2 Zentigrade von der des reinen Wassers ab, der der 1%igen Kokainlösung beträgt —0,115°. Durch Kochsalzzusatz von 0,6% hier, von 0,8% bei jener werden die Lösungen annähernd osmotisch indifferent und sollten zu Gewebsinjektionen auch nur so verwendet werden. Bei der Schleimhautanästhesierung im Mund, Kehlkopf, in der Nase, der Blase sind Gewebsschädigungen durch Kokainlösungen nicht beobachtet worden; die bei der Kokainisierung des Auges beschriebenen

örtlichen Störungen sollen an anderer Stelle abgehandelt werden (11. Kap.).

Wässerige Kokainlösungen sind wenig haltbar und zersetzen sich, während gleichzeitig Schimmelpilze in ihnen wachsen und eine Trübung veranlassen. Je verdünnter die Lösungen sind, um so schneller tritt dieser Vorgang ein, aber auch konzentrierte Lösungen sind ihm unterworfen. Über die Sterilisation wässeriger Kokainlösung ist folgendes zu sagen. Ein einmaliges schnelles Aufkochen einer kleinen Menge der Lösung führt zu keinem wesentlichen Kokainverlust. Längeres oder wiederholtes Kochen, das Erhitzen einer größeren Menge der Lösung zum Kochen, Sterilisieren im Dampfsterilisator führt stets eine Verminderung des Kokaingehalts und eine geringere Wirksamkeit der Lösung herbei. Diejenigen, welche regelmäßig derartig behandelte Lösungen anwenden, wissen gar nicht, wie frisch hergestellte, nicht gekochte Kokainlösungen wirken. Tuffier empfahl deshalb die fraktionierte Sterilisation bei 60—70°. Dagegen hat Herissey (Reclus) nachgewiesen, daß wässerige Kokainlösung sehr gut eine Sterilisation im Autoklav unter Druck (bei 115—120°) verträgt und, steril und gut verschlossen aufbewahrt, auch eine ziemlich lange Haltbarkeit besitzt. Nach Dufour und Ribaut zersetzt sich jedoch Kokain bei dieser Prozedur, wenn die Sterilisation in gewöhnlichen, alkalisch reagierenden Gläsern vorgenommen wird. Ich halte es immer für das ratsamste, Alkaloid- und namentlich Kokainlösungen kurz vor dem Gebrauch aus Tabletten herzustellen. Dann ist man ihrer gleichmäßigen Wirksamkeit sicher. Ein einfaches Verfahren, frische, sterile Kokainlösungen zu gewinnen, hat Mikulicz mitgeteilt. Er bringt eine bestimmte Menge Kokain, in Alkohol gelöst, in einen mit Watteverschluß versehenen, sterilisierten Glaskolben, läßt den Alkohol verdunsten und löst den Rückstand in Wasser oder Kochsalzlösung.

Die Verwendung anderer Kokainverbindungen zur örtlichen Anästhesierung.

Andere Verbindungen als das Kokainum hydrochloricum sind bisher nur sporadisch zur Anästhesierung gebraucht worden. Zunächst die reine, in Wasser fast unlösliche Kokainbase. Bignon glaubt, beobachtet zu haben, daß die anästhesierende Wirkung des Kokains in alkalischen Flüssigkeiten am stärksten hervortritt. Da nun die Lösungen des salzsauren Kokains gewöhnlich freie Säure enthielten, so müßten

dieselben neutralisiert werden. Setzt man einer Lösung des Kokainum hydrochloricum kohlensaures Natron im Überschuß zu, so scheidet sich das reine Alkaloid aus und bildet in der alkalischen Flüssigkeit eine äußerst fein verteilte Suspension. Diese Kokainmilch entfaltet nach Bignons Mitteilung die größte anästhesierende Wirkung, muß aber immer frisch bereitet werden. Es trifft heute jedoch nicht mehr zu, daß Kokainlösungen sauer reagieren, sie sind stets neutral. Ich habe die Wirkung einer reinen wässerigen 1%igen Lösung von Kokainum muriaticum mit der einer gleichen Lösung, aus der die Kokainbase mit Natriumkarbonat ausgefällt ist, verglichen, indem ich gleiche Quantitäten beider zur Bildung von Hautquaddeln und zur subkutanen Injektion benutzte, und fand, daß die lokalanästhesierende Potenz der Kokainmilch sowohl bei direkter Einwirkung auf die sensiblen Nervenendigungen, als auch in bezug auf Diffusionswirkungen der 1%igen Lösung des Kokainum muriaticum weit nachsteht. Beispielsweise betrug die Dauer der Anästhesie in einer Kokainmilchquaddel 12 Minuten, in der Kokainlösungsquaddel mehr wie das Doppelte. Werden 0,2 ccm einer 1%igen Kokainlösung subkutan in stark abgekühlte Gewebe injiziert, so wird ein ausgedehnter Gewebsbezirk unempfindlich, während die Kokainmilch, in gleicher Weise angewendet, nicht einmal die Haut der Injektionsstelle völlig anästhetisch macht. Man muß sich also davor hüten, Kokainlösungen mit Alkalien zusammenzubringen.

Verschiedene Fabriken bringen Tuben mit Chloräthyl in den Handel, in welchen das in diesem Mittel leicht lösliche Alkaloid zu 1—5% enthalten ist. (Bolognesi und Touchard, Legrand.) Läßt man den Strahl der Flüssigkeit auf die Schleimhaut der eigenen Lippe bis zum Gefrieren einwirken, so beobachtet man, daß nach dem Wiederauftauen die infolge der Kälteeinwirkung anfangs aufgehobene Sensibilität wiederkehrt, die Schleimhaut stark hyperämisch wird und nun, etwa fünf Minuten später, allmählich von neuem eine sehr intensive und lange anhaltende Anästhesie entsteht, eine Kokainanästhesie, welche deshalb so intensiv ist, weil das Mittel nach dem Verdunsten des Chloräthyls in sehr fein verteiltem Zustande auf der Oberfläche der Schleimhaut zurückbleibt, und ferner weil in dem zuvor abgekühlten Gewebe seine Resorption verlangsamt wird. Diese Beobachtungen mit Kokainchloräthyl sind für mich die Veranlassung gewesen zu einem eingehenden Studium der Kokainanästhesie in stark abgekühlten Geweben, über dessen Ergebnisse noch weiter berichtet werden wird. Bolognesi und Touchard empfehlen die Methode zur Schleimhautanästhesierung bei Zahnextraktionen, Abszeßeröffnungen im

Munde, zur Analdilatation bei Hämorrhoiden und Fissura ani, zur Thermokauterisation an Glans penis und Vulva; sie ist für oberflächliche Operationen an Schleimhäuten auch nach meinen Erfahrungen geeignet und bequem. Daß das in dieser Weise angewendete Kokain aber imstande sei, die unverletzte äußere Haut zu durchdringen, wie Legrand angibt, davon habe ich mich nicht überzeugen können; der Kokainchloräthylstrahl, auf die Haut appliziert, wirkt vielmehr nicht anders, als der reine Chloräthylstrahl, d. h. er erzeugt eine Kälteanästhesie, aber keine Kokainanästhesie. Von den von Merck hergestellten Kokainsalzen habe ich Kokainum salicylicum, benzoicum, nitricum und hydrobromicum selbst geprüft und habe nicht bemerkt, daß eins derselben Vorteile vor dem Kokainum muriaticum besäße.

Einige Worte noch über das ebenfalls von Merck hergestellte Kokainum phenylicum. Dasselbe ist keine chemische Verbindung, sondern eine Mischung von Kokain mit reinem Phenol. Viau erhielt durch Zusammenschmelzen von 1 Teil reinem Phenol mit 2 Teilen reinem Kokain bei gelinder Wärme ein Präparat von sirupähnlicher Konsistenz, das, auf die Schleimhaut gebracht, intensiv lokalanästhesierend wirkt, ohne zu ätzen. Praktisch angewendet scheint er dasselbe aber nicht zu haben, sondern nur wässerige Lösungen von Kokainum muriaticum mit Karbolzusatz, also etwas wesentlich anderes. Das später von Öfele, Veasey und Kyle empfohlene Kokainum phenylicum wird von Merck nach der Vorschrift Öfeles hergestellt und bildet eine klebrige, halb kristallinische, bräunliche Masse. Es ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in fetten Ölen, namentlich in Rizinusöl, und Alkohol. Seine alkoholische Lösung (Kokaini phenyl. 1,0, Alkohol, Aquae dest. aa 50,0) ist zu Gewebsinjektionen nicht verwendbar, weil sie die Gewebe intensiv schädigt (Reclus); Hautquaddeln, welche ich mit einer solchen Lösung bildete, wurden gangränös. Die Ätzwirkung dieser Lösung ist nicht durch das Kokainum phenylicum, sondern vielmehr durch den Alkoholzusatz bedingt, denn ölige Lösungen des Mittels sind völlig reizlos und zeigen keinerlei Ätzwirkung. Die Injektion von reinem Olivenöl in die Kutis ist schmerzlos, war das Öl aber durch Erhitzen sterilisiert, so ist sie, weil Fettsäuren frei geworden sind, von ziemlich heftigem Schmerz begleitet; im übrigen verhält sich das Öl indifferent, es entsteht in der Hautquaddel keine Aufhebung oder Herabsetzung der Sensibilität, es erfolgt allmähliche Resorption ohne erhebliche Gewebsschädigung. Wird Kokainum phenylicum in dem Öl gelöst, so wird die Injektion auch des sterilisierten Öls in die Kutis schmerzlos, die Resorption erfolgt gleichfalls ohne merkliche Schädigung

der Gewebe. Die mit 1%iger öliger Kokainphenylatlösung gebildete Hautquaddel wird für lange Zeit (30 Minuten und länger) völlig anästhetisch, 5—10 Minuten nach der Injektion breitet sich die Anästhesie weit über den Bereich der Quaddel aus. Mit Hilfe einer kleinen Quantität 5%iger öliger Lösung, subkutan injiziert, kann ein ziemlich ausgedehnter Gewebsbezirk, weit über die Injektionsstelle hinaus, anästhetisch gemacht und die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen für 1—2 Stunden unterbrochen werden. Wichtig ist, daß die konzentrierten öligen Lösungen des Phenylkokains mit ihren sehr intensiven lokalanästhesierenden Wirkungen im Gegensatz zu konzentrierten wässerigen Lösungen des salzsauren Kokains ohne Intoxikationsgefahr zu Gewebsinjektionen Verwendung finden können. Auf die im Verhältnis zum salzsauren Kokain sehr geringe Toxizität des Phenylkokains wies neuerdings Dillenz (VIII, 158) hin. Seine Versuchskaninchen starben bei subkutaner Injektion von 0,08 Kokainum muriaticum, während bei Tieren ähnlicher Größe erst 0,3 Phenylkokain in öliger Lösung leichte Intoxikation verursachte, und der Tod selbst bei einer Dosis von 0,6 ausblieb. Die Konzentration der Lösungen ist leider nicht notiert. Dillenz berichtet weiter über vergleichende Versuche, Zahnextraktionen durch subgingivale Injektionen wässeriger Lösungen von Kokainum hydrochloricum und öliger Lösung von Phenylkokain schmerzlos zu machen. Er fand, daß die verdünnten Lösungen des salzsauren Kokains die gewünschte Wirkung nicht haben, konzentrierte aber, wie bekannt, sehr häufig Intoxikationen verursachten. Dagegen war die Injektion einer 4—5%igen öligen Phenylkokainlösung immer von Erfolg begleitet, während bei zirka 700 Injektionen von 1—6%iger Lösung niemals Störungen des Allgemeinbefindens beobachtet wurden. Ich kann diese Angaben durchaus bestätigen; wenn es gelingt, subgingival beiderseits vom Zahn je ¼ Spritze 5%iger öliger Kokainphenylatlösung zu injizieren, dann ist 5—10 Minuten später meist eine schmerzlose Extraktion möglich.

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß die geringe toxische Wirkung des Mittels weniger dem Phenolzusatz, als dem Umstand zuzuschreiben ist, daß es in öliger Lösung angewendet ist. Denn während wässerige, subkutan injizierte Lösungen sehr schnell auf dem Blutwege resorbiert werden, gelangen ölige Lösungen langsam durch die Lymphbahnen zur Resorption. Man wird das gleiche daher auch beobachten können, wenn man die reine Kokainbase ohne Phenolzusatz in öliger Lösung injiziert. Die Anwendung öliger Lösungen ist mit nicht geringen Unbequemlichkeiten verbunden.

2. Tropakokain.

In den Blättern des javanischen Kokastrauches entdeckte Giesel 1891 ein neues Alkaloid, das von Liebermann 1892 als Benzoylpseudotropein erkannt und synthetisch dargestellt wurde, von Chadbourne den Namen Tropakokain erhielt. Zur therapeutischen Verwendung kommt ausschließlich sein salzsaures Salz, ein weißes, leicht in Wasser lösliches, kristallinisches Pulver mit der Formel $C_8H_{14}NOC_6H_5COHCl$. Die Lösungen sind haltbar und lassen sich durch Kochen sterilisieren. Wir bezeichnen das Tropakokainum hydrochloricum der Kürze halber als Tropakokain*).

Die örtlichen und allgemeinen physiologischen Wirkungen des Mittels wurden zuerst von Chadbourne studiert. Er fand, daß Aufträufeln einer 1%igen wässerigen Lösung auf das Auge nach einer Minute vollständige Anästhesie der Kornea und Konjunktiva hervorruft, während Mydriasis geringen Grades nur selten, Akkommodationsstörungen nicht eintreten. Ebenso fehlt die anämisierende Wirkung des Kokains. Reizerscheinungen ließ nur das aus den Kokablättern hergestellte Präparat erkennen, während sie dem synthetisch dargestellten Tropakokain abgingen. Auch subkutan injizierte Lösungen des neuen Stoffs erzeugten örtliche Anästhesie. Chadbournes Mitteilungen über die örtlichen Wirkungen des Tropakokains wurden bald von verschiedenen Seiten bestätigt. Das Mittel erwies sich nach den Beobachtungen von Schweigger, Silex, Ferdinands, Bockenham, Groenouw, Rogmann, Veasey u. a. in 2—3%iger Lösung als ein sehr brauchbares, reizloses Anästhetikum für das Auge. Als Vorteil vor dem Kokain wird das Ausbleiben einer Pupillen- und Akkommodationslähmung bezeichnet. Die Anästhesie tritt sehr rasch ein, ist von kürzerer Dauer als die Kokainanästhesie, kann aber durch erneutes Einträufeln beliebig verlängert werden. Ausgedehntere Anwendung hat das Mittel jedoch in der Augenheilkunde nicht gefunden. Für die Anästhesierung der Rachen-, Nasen- und Kehlkopfschleimhaut ist es nach Seifert weniger geeignet: Es wirke entweder nicht stark genug oder verursache Reizerscheinungen, einige Male beobachtete er profuse Nachblutungen nach seiner Anwendung. Wie das Mittel einen derartigen Einfluß haben kann, ist allerdings nicht ganz klar. Zahnextraktionen können nach den Mitteilungen von Hugenschmidt, Pinet und Viau, Bauer, Zander, Dillenz durch Injektion von 4—5%igen Lösungen ins Zahn-

*) Hergestellt von Merck in Darmstadt.

fleisch meist schmerzlos ausgeführt werden. Custer empfahl das Mittel für die Schleichsche Infiltrationsanästhesie, und Schleich bedient sich seiner in Substanz zur Anästhesierung freigelegter Nervenstämme und der Oberfläche seröser Häute (z. B. geöffneter Bruchsäcke).

Eine systematische Untersuchung der örtlichen Wirkungen des Tropakokains durch endermatische Injektion ergibt folgendes. Die Injektion von Tropakokainlösungen (ein indifferentes Lösungsmittel, also 0,8—0,9%ige Kochsalzlösung, vorausgesetzt) ist völlig schmerzlos bis 2%. Stärkere Lösungen bewirken, wie Kokainlösungen, einen kurzen, spezifischen Reiz. Rein wässerige Lösungen lassen von etwa 0,08% abwärts den Quellungsschmerz des Wassers erkennen. Gefrierpunktsbestimmungen wässeriger Tropakokainlösungen ergeben:

3%ige Lösung	Gefrierpunkt	—0,395°
4%ige „	„	—0,540°
5%ige „	„	—0,645°

Es ist daraus zu entnehmen, daß die physiologische Konzentration des Mittels etwa bei 4% liegt, daß wässerige Lösungen von geringerer Konzentration die physiologischen Erscheinungen der Gewebsquellung, konzentriertere Lösungen diejenigen der Wasserentziehung veranlassen müssen. Verdünntere Tropakokainlösungen erfordern daher, wenn sie zu Gewebsinjektionen gebraucht werden sollen, einen Kochsalzzusatz von 0,6—0,9%. Die durch endermatische Injektion von Tropakokainlösungen entstandenen Quaddeln werden sofort anästhetisch; ich konnte nachweisen, daß noch eine Lösung von 0,01% Tropakokain mit Zusatz von 0,9% Kochsalz merkliche anästhesierende Eigenschaften besitzt. Die Quaddeln zeigen jedoch ein wesentlich anderes Verhalten als Kokainquaddeln. Ich injiziere in die Haut meines Vorderarmes 0,1%ige Kokain- und 0,1%ige Tropakokainlösung (mit dem entsprechenden Kochsalzzusatz von zirka 0,8%), so daß nebeneinander liegende, gleichgroße Quaddeln entstehen. Beide werden sofort anästhetisch, aber die Dauer dieser Anästhesie beträgt in der Tropakokainquaddel weniger als die Hälfte wie in der Kokainquaddel, und man muß die Konzentration der Tropakokainlösung gegenüber derjenigen der Kokainlösung um das Fünf- bis Achtfache erhöhen, wenn beide Quaddeln ungefähr gleichlange Zeit anästhetisch sein sollen. Die Wirkung des Tropakokains ist also, mit der des Kokains verglichen, eine erheblich flüchtigere. Weiter beobachtet man folgendes: einige Minuten nach der Injektion sieht die Tropakokainquaddel ganz anders aus wie die Kokainquaddel. Letztere hat sich etwas verkleinert, ist flacher geworden; erstere aber hat sich, unter mehr oder weniger starkem Juckreiz, mit

unregelmäßigen Konturen nach allen Richtungen hin um das Doppelte und mehr vergrößert und über das Niveau der Haut erhoben, ohne daß mit ihrer Vergrößerung eine Ausbreitung des anästhetischen Bezirks verbunden wäre. Sie verschwindet viel später als die Kokainquaddel. Das Tropakokain gehört also zu den S. 67 erwähnten Substanzen, welche ein sekundäres Ödem der Gewebe, in die sie injiziert werden, veranlassen. Einen Nachteil für die praktische Anwendung stellen diese Ödeme nicht dar, da sie sehr schnell wieder verschwinden. Sie haben nichts gemein mit den namentlich von Zahnärzten beschriebenen Ödemen und Infiltraten, die nach Injektion konzentrierter Kokain-, Tropakokain-, Eukain- und anderer Lösungen entstehen. Konzentrierte Tropakokainlösungen zeigen, wenn sie in die Gewebe injiziert werden, sehr ausgedehnte Fernwirkungen, die nur in bezug auf ihre Dauer denen gleichprozentiger Kokainlösungen nachstehen. 5%ige Tropakokainlösung, in die Kutis injiziert, macht die Gewebe sehr rasch weit über die Grenzen der direkten Infiltration für kurze Zeit unempfindlich. Bei Infiltration des subkutanen Zellgewebes mit $\frac{1}{2}$%iger Tropakokainlösung wird auch die darüberliegende Haut unempfindlich.

Gewebsschädigungen lassen sich nach intrakutaner Injektion von Tropakokainlösungen geringer und mittlerer Konzentration nicht nachweisen. Die injizierten Lösungen werden rasch resorbiert, ohne Spuren zu hinterlassen. Die Blutfülle der mit Tropakokainlösungen infiltrierten Gewebe wird nicht merklich durch das Mittel beeinflußt.

Die Ergebnisse dieser Prüfung zeigen, daß das Tropakokain zu lokalanästhetischen Zwecken vielseitige Verwendung finden kann, wo auf die lange Dauer der Anästhesie nicht viel ankommt. Als minderwertig gegenüber dem Kokain erweist es sich, wenn weitgehende Diffusionswirkungen verlangt werden, die erst nach Ablauf einer gewissen Zeit durch allmähliche Summation der örtlichen Giftwirkung ihre größte Intensität erreichen können, z. B. bei der Anästhesierung der Schleimhäute durch Oberflächenapplikation. Die örtliche Tropakokainvergiftung hat sich da meist als zu flüchtiger Natur erwiesen, auch fehlt dem Mittel die für die Rhinologie und Laryngologie wichtige anämisierende Eigenschaft des Kokains. Wenn jedoch gleichzeitig Maßnahmen angewendet werden, welche die durch das Tropakokain hervorgerufenen örtlichen Veränderungen festhalten, wie z. B. die Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Extremitäten, da ist das Tropakokain in bezug auf sein Anästhesierungsvermögen dem Kokain in jeder Beziehung ebenbürtig. Auch in Verbindung mit gleichzeitiger Abkühlung der Gewebe ist Tropakokain, wenn es sich

um kurzdauernde Operationen handelt, ein sehr brauchbares Anästhetikum. Die Allgemeinwirkungen des Tropakokains sind denen des Kokains sehr ähnlich, es bewirkt, Tieren in toxischen Dosen gegeben, wie jenes einen Erregungszustand des gesamten Zentralnervensystems mit heftigen kortikalen Krämpfen, denen, wenn nicht der Tod schon vorher eintritt, Lähmung folgt. Die Respiration ist beschleunigt, die Pulsfrequenz steigt, der Blutdruck sinkt, anders wie beim Kokain, das infolge seiner gefäßverengernden Nebenwirkung den Blutdruck erhöht. Die Körpertemperatur erfährt eine Steigerung. Betreffs des Einflusses auf den Vagus waren die Ergebnisse der Chadbourneschen Versuche nicht eindeutig. Der Tod erfolgt nach Einführung tödlicher Dosen durch Lähmung des Atemzentrums, bei intravenöser Injektion, auch schon kleiner Dosen, tritt Herzlähmung ein, ehe es zur Atemlähmung kommt. Erwähnt sei, daß die sehr flüchtige, schnell eintretende, aber auch schnell vorübergehende Wirkung des Tropakokains auch bei allgemeiner Vergiftung deutlich sich äußert. Mir ist es wenigstens bei Versuchen an Kaninchen und Meerschweinchen aufgefallen, wie schnell sich die Tiere, denen an der Grenze der letalen stehende Tropakokaindosen gegeben wurden, erholen; während sie fast unmittelbar nach der Einverleibung des Mittels von den heftigsten Krämpfen befallen werden, zeigen sie oft schon zehn Minuten später wieder ein völlig normales Verhalten.

Die Toxizität des Tropakokains zeigt sich bei Tierversuchen und am Menschen wesentlich geringer als die des Kokains. Das wurde bereits von Chadbourne und Vamossy, von Pinet und Viau hervorgehoben, später von Dillenz und Custer bestätigt. Custer fand, daß beim Kaninchen erst 0,08 Tropakokain pro Kilo in 5%iger Lösung gegen 0,03 Kokain pro Kilo in gleicher Konzentration subkutan injiziert prägnante Vergiftungserscheinungen hervorrufen, und glaubt, daß bei Verwendung stark verdünnter Lösungen (0,1 und 0,2%) zu Gewebsinjektionen die Maximaldosis höher als 0,5 anzunehmen sei. Ob das richtig ist, kann nur durch Erfahrung am Menschen entschieden werden. Ich habe bei Hunderten von Kranken ½%ige Tropakokainlösung in größeren Quantitäten, bis 40 und 50 ccm, zu Gewebsinjektionen gebraucht, ohne daß sich jemals die geringsten Allgemeinwirkungen gezeigt hätten. Ich glaube deshalb, daß 0,2 in ½ bis 1%iger Lösung als eine ganz unschädliche Dosis angesehen werden darf. Gewiß kann bei größerer Verdünnung der Lösungen diese Dosis noch erhöht werden. Im übrigen werden zur Verhütung von allgemeiner Vergiftung dieselben Vorsichtsmaßregeln am Platze sein, wie sie bei dem Gebrauch von Kokain zu beobachten sind; es ist zu vermeiden, daß eine größere

Menge des Mittels auf einmal in den Kreislauf gelangt. Daher sollen hochkonzentrierte Tropakokainlösungen weder zu Gewebsinjektionen noch zur Behandlung großer, resorbierender Flächen verwendet werden. Die von Reclus für die Kokainanästhesie notwendig gehaltene Horizontallage des Kranken ist bei der Tropakokainisierung nicht erforderlich. Beim Menschen sind bedenkliche Tropakokainvergiftungen noch nicht gesehen worden. Leichte Nebenwirkungen aber, Schwindelanfälle, Blässe, Ohnmachten, Zittern der Extremitäten, Druck in der Herzgegend, Gefühl von Trockenheit im Halse, wurden bei Einspritzung 5—10%iger Lösungen auch bei sehr kleiner Dosis von Zahnärzten häufig beobachtet.

Die Sterilisierung von Tropakokainlösungen stößt auf keine Schwierigkeiten. Sie lassen sich beliebig auskochen und sind unverändert einige Zeit haltbar, wenn sie steril aufbewahrt werden. In verdünnten, nicht sterilisierten oder nicht steril gehaltenen Lösungen wachsen oft Schimmelpilze, welche das Alkaloid teilweise zersetzen können.

Das Mittel wird zurzeit fast nur noch für die Lumbalanästhesie gebraucht.

3. Eukain.

Eukain (später als Eukain-A bezeichnet) nannte Vinci ein von Merling künstlich dargestelltes Alkaloid, das sowohl nach seiner chemischen Konstitution als seiner physiologischen Wirkung auf den lebenden tierischen Organismus dem Kokain sehr nahe steht. Das reine Alkaloid, dessen Zusammensetzung durch die Bezeichnung n-Methyl-benzoyl-tetramethyl-γ-oxypiperidinkarbonsäure-methyl-ester wiedergegeben wird, ist in Wasser sehr schwer, leicht in Alkohol, Äther, Chloroform, Benzol löslich. Sein salzsaures Salz, Eukainum muriaticum, kristallisiert in glänzenden, luftbeständigen Blättchen oder Tafeln, die ein Molekül Kristallwasser enthalten, entsprechend der Formel $C_{19}H_{27}NO_4.HCl.H_2O$. Es löst sich zu etwa 10% in Wasser von Zimmertemperatur. Die Lösungen sind durch Kochen sterilisierbar und haltbar. Die allgemeinen und örtlichen Wirkungen sind die eines intensiven Protoplasmagiftes. Seine von Vinci an Tieren studierten toxischen Wirkungen waren denen des Kokains ähnlich, insofern größere Dosen zunächst heftige Erregung des Zentralnervensystems mit tonischen und klonischen Krämpfen, nachher Lähmung hervorriefen, wenn das Tier nicht im Krampfstadium zugrunde ging. Der Tod erfolgte durch Atemlähmung. Mit dem Kokain verglichen, schien das Eukain etwas weniger giftig zu sein, doch sagt Vinci selbst, daß der Unter-

schied beider Körper in dieser Beziehung nicht sehr groß sei. Bei Einträufelung 5%iger Eukainlösung in das Auge, ferner bei subkutaner Injektion entfaltete das Mittel intensive, lokalanästhesierende Eigenschaften. Das letztere wurde von zahlreichen Autoren, die das Eukain praktisch anwendeten, bestätigt, gleichzeitig aber ergab sich, daß es neben örtlicher Anästhesie starke Reizwirkungen und Hyperämie der Gewebe verursacht und deshalb nicht als ein geeignetes Ersatzmittel für das Kokain angesehen werden kann (Heinze, Reclus). Auch die Anwendung von Kokain-Eukainmischungen (Hackenbruch) dürfte keine wesentlichen Vorteile gewähren. In der Tat wird das Eukain jetzt kaum noch gebraucht.

Von erheblich größerem Wert ist ein zweites von Vinci 1897 dargestelltes, dem Tropakokain nahestehendes Alkaloid, Benzoyltransvinyldiazetonalkamin, welches er Eukain-B*) nannte, während das erste Eukain nunmehr die Bezeichnung Eukain-A erhielt. Diese Benennung hat mancherlei Verwechslungen und Irrtümer hervorgerufen, worauf kürzlich Marcinowski hinwies. Die freie Base Eukain-B ist, wie Kokain und Eukain-A, in Wasser fast unlöslich, verbindet sich aber mit Säuren zu wasserlöslichen Salzen, von denen wiederum das salzsaure Salz mit der Formel $C_{15}H_{21}NO_2$-HCl dasjenige ist, welches weitgehende praktische Anwendung gefunden hat. Wir wollen es kurz Eukain-B nennen. Es ist ein weißes, kristallinisches Pulver, das sich zu etwa 3½% in Wasser von Zimmertemperatur löst. Die Lösungen sind haltbar und lassen sich, ohne Zersetzung zu erleiden, kochen. Sie besitzen nach Vinci auch gewisse antiseptische Eigenschaften. Vinci selbst fand ferner, daß die Schleimhaut des Mundes nach Bepinselung mit Eukain-B-Lösung gefühllos wird, daß nach Einträufelung derselben ins Auge schnell Anästhesie der Bindehaut und Kornea eintritt, während die Pupille und die Akkommodation im Gegensatz zum Kokain für gewöhnlich nicht beeinflußt werden, und daß der Applikation des Mittels eine Hyperämie folgt, welche aber viel geringer ist als beim Eukain-A. Das Eukain-B fand sehr bald die vielseitigste Anwendung auf allen Gebieten, wo bisher allein das Kokain als örtliches Anästhetikum in Frage kam; zuerst in der Augenheilkunde (Silex), dann in der Urologie (Wossidlo, Legueu), in der Laryngologie und Rhinologie, ferner zu Gewebsinjektionen in der Zahnheilkunde (Dumont, Legrand, Kiesel, Thiesing) und in der allgemeinen Chirurgie (Braun, Heinze, Reclus).

*) Hergestellt von der chemischen Fabrik vorm. E. Schering in Berlin.

Über die Eigenschaften des Mittels bei örtlicher Anwendung geben die systematischen Untersuchungen Heinzes und des Verfassers Aufschluß. Bei endermatischer Injektion zeigte sich eine fast vollkommene Übereinstimmung mit dem Kokain. Die Injektion der Lösungen ist bei Anwendung eines indifferenten Lösungsmittels vollkommen schmerzlos, selbst 10%ige (durch Erwärmen herzustellende) Lösungen erregen bei der Einspritzung keinen spezifischen Reiz. Die untere Grenze der Wirksamkeit des Mittels liegt sehr tief, wie die des Kokains, denn noch 0,005%ige Lösungen ließen an der durch endermatische Injektion entstandenen Quaddel eine deutliche Sensibilitätsstörung erkennen. Die Eukainanästhesie ist meist von etwas geringerer Dauer als die Kokainanästhesie bei gleichartiger Anwendung. Wenn man bei einer Versuchsperson eine Quaddel mit 0,1%iger Kokainlösung injiziert, so muß man daneben eine Quaddel mit einer etwa 0,15%igen Eukain-B-Lösung machen, wenn in beiden eine ungefähr gleich lange andauernde Sensibilitätsstörung entstehen soll. Konzentriertere (mehr als 1%ige) Lösungen machen die Gewebe mehr oder weniger über die Zone der direkten Infiltration hinaus anästhetisch. Die Ausdehnung dieser Diffusionszone ist aber erheblich geringer, als wenn Kokainlösung von gleichem Prozentgehalt injiziert wird. Dementsprechend ist auch die anästhesierende Wirkung des Mittels auf Schleimhäute und Nervenstämme eine langsamere und weniger intensive als diejenige gleichprozentiger Kokainlösungen.

In osmotisch indifferenter und mäßig konzentrierter Lösung injiziert, bewirkt Eukain-B keine Gewebsschädigung. Die durch intrakutane Injektion gebildeten Quaddeln verschwinden rasch, ohne Infiltrate zu hinterlassen. Konzentrierte Lösungen (10%ige) werden nicht so reaktionslos von den Geweben, in welche sie injiziert sind, vertragen; es bleiben meist schmerzhafte Infiltrate zurück. Konzentrierte Kokain- und Tropakokainlösungen verhalten sich ebenso. Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl nicht allein das injizierte Mittel, sondern auch die physikalische, wasserentziehende Eigenschaft solcher Lösungen. Rein wässerige Eukain-B-Lösungen sind bei der Injektion ebenfalls schmerzlos bis herab zu 0,04%, das Anästhetikum verdeckt den Quellungsschmerz. Gefrierpunktsbestimmungen von Eukain-B-Lösungen ergeben nämlich

1%	Gefrierpunkt . . .	—0,125°
2%	„ . . .	—0,245°
3%	„ . . .	—0,36°
4%	„ . . .	—0,45°

Die physiologische Konzentration des Mittels liegt also etwa bei 5%. Verdünntere Lösungen erfordern daher, wenn sie geprüft oder zu Gewebsinjektionen verwendet werden sollen, einen Kochsalzzusatz von 0,6—0,9% zur Verhütung von Gewebsquellung mit ihren Folgen. Die Injektion von Eukain-B-Lösung ruft einen mäßigen Grad von Hyperämie der infiltrierten Gewebe hervor. Die Ergebnisse einer derartig durchgeführten Prüfung des Anästhetikums lassen erkennen, daß die örtlich anästhesierenden Eigenschaften seiner Lösungen im allgemeinen denjenigen von Kokainlösungen mit nur wenig geringerem Prozentgehalt entsprechen, daß aber seine Diffusionswirkungen geringere sind, als die des Kokains, was jedoch ebenfalls durch eine Erhöhung der Konzentration ausgeglichen werden kann. Der Anwendung von Lösungen mit mehr als 3½% Eukain-B steht an sich nichts im Wege, da sie durch Erwärmung leicht hergestellt werden können, und das Salz auch nach dem Erkalten derselben nicht sogleich ausfällt. Die einem so intensiv und in so großer Verdünnung wirksamen Protoplasmagift, wie dem Eukain-B, unvermeidlich anhaftenden toxischen Allgemeinwirkungen sind von Vinci an Tieren studiert worden. Wie beim Kokain sah er nach großen Dosen einen Erregungszustand des Zentralnervensystems mit Krämpfen und Exophthalmus eintreten, der aber weit geringer als beim Kokain und Eukain-A und oft nur angedeutet war; ihm folgte zentrale Lähmung. Der Tod trat durch Atemlähmung ein, während das Herz noch weiter schlug. Außerdem aber besitzt das Mittel nach Vinci eine kurareartige, lähmende Wirkung auf die peripheren motorischen Nervenendigungen und den Vagus. Die Atmung ist beschleunigt, nur während des Krampfstadiums ist sie unregelmäßig dyspnoisch, im Stadium der Lähmung wird sie oberflächlich. Der Puls ist verlangsamt infolge Einwirkung auf die exzitomotorischen Herzganglien. Der Blutdruck sinkt infolge von Vasomotorenlähmung. Sehr bemerkenswert ist die mit dem Kokain verglichen weit geringere Toxizität des Mittels. Die tödliche Dosis war nämlich nach Vinci, wenn die Lösungen subkutan oder intraperitoneal injiziert wurden,

	Eukain	Kokain	
bei Kaninchen:	0,40—0,50	0,10—0,12	pro Kilo
beim Meerschweinchen:	0,30—0,35	0,05—0,06	„ „

Dolbeau, Schmidt, Dumont und Legrand fanden gleichfalls die für Tiere tödliche Dosis des Eukain-B 3—3¾mal größer als die des Kokains. Meine eigenen Versuche ergaben dasselbe, vorausgesetzt,

daß die Konzentration der Kokain- und Eukain-B-Lösungen ungefähr die gleiche war. Konzentrierte Eukainlösungen wirken toxischer als verdünnte Kokainlösungen. Dolbeaus Angabe, daß bei intravenöser Injektion Eukain-B ebenso giftig sei als Kokain, konnte ich nicht bestätigen. Mir zeigte sich auch da ein wesentlicher Unterschied zugunsten des Eukain-B. 0,01 Kokain in 1%iger Lösung einem Kaninchen von 1500 g Gewicht in die Ohrvene injiziert, veranlaßte eine äußerst schwere, beinahe tödliche Vergiftung; ein gleich schweres Kaninchen, dem 0,01 Eukain-B in gleicher Konzentration intravenös injiziert worden war, ließ keine Vergiftungssymptome erkennen. Wie bei der Kokainvergiftung spielt auch bei der Eukain-B-Vergiftung die Konzentration der angewendeten Lösung eine ganz wesentliche maßgebende Rolle. Einem Kaninchen von 2900 g Gewicht wurden 3 ccm 10%iger Eukain-B-Lösung (zirka 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert. Nach fünf Minuten zeigten sich klonische Krämpfe, denen bald Lähmung der Extremitäten folgte; das Tier lag auf dem Bauch und streckte die Extremitäten von sich, fiel auf die Seite, 1½ Stunde später erschien das Tier wieder normal. Einem Kaninchen von 2800 g Gewicht wurden 30 ccm 1%iger Eukain-B-Lösung (etwas mehr als 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert. 15 Minuten später wurde eine leichte Parese der Extremitäten beobachtet, die nach 1½ Stunde wieder verschwunden war. Einem Kaninchen von 2750 g Gewicht wurden 300 ccm 0,1%iger Eukain-B-Lösung (etwas mehr als 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert. Es traten keine Vergiftungserscheinungen auf. Einem Kaninchen von 2090 g Gewicht wurden 100 ccm 1%iger Eukain-B-Lösung (0,5 pro Kilo) subkutan injiziert. Nach kurzem Krampfstadium trat zehn Minuten später der Tod ein. Einem Kaninchen von 1530 g Gewicht wurden 750 ccm 0,1%iger Eukain-B-Lösung (0,5 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert (natürlich mit Kochsalzzusatz). Es folgte eine leichte Vergiftung ohne Krämpfe mit Parese der Extremitäten. Nach vier Stunden war das Tier wieder normal. Man muß, will man eine klare Vorstellung gewinnen, solche Versuche oft wiederholen. Denn wie beim Kokain beobachtet man, daß nach großen Eukaingaben in konzentrierter Lösung plötzlich einmal bei einem Tier die Vergiftung ganz ausbleibt oder viel milder oder auch schwerer verläuft, als man erwartet. So sah ich, wie 0,3 pro Kilo Eukain-B in 10%iger Lösung, einem Kaninchen von 2120 g Gewicht unter die Rückenhaut injiziert, ohne die geringste toxische Wirkung vertragen wurden. Dieselbe Dosis, demselben Tier acht Tage später in gleicher Weise verabreicht, ergab eine äußerst schwere Ver-

giftung. Diese Differenzen in der Wirkung gleicher Dosen konzentrierter Lösung sind unzweifelhaft veranlaßt durch unkontrollierbare Schwankungen der Resorptionsgeschwindigkeit des Mittels. Eukainvergiftung tritt eben, wie die Kokainvergiftung, dann ein, wenn auch nur relativ kleine Dosen auf einmal in den Kreislauf gelangen, und bleibt aus, auch bei relativ großen Dosen, wenn das verhindert wird. Für die Anwendung und Dosierung des Eukain-B sind daher dieselben Gesichtspunkte maßgebend wie für die Anwendung und Dosierung des Kokains. Die Maximaldosis des Eukain-B für den Menschen, welche entsprechend der Verdünnung der Lösung erhöht werden kann, vermag nur durch Erfahrungen am Menschen erkannt zu werden. Sie ist ganz sicherlich erheblich größer als die Kokaindosis, welche ohne Allgemeinwirkung vertragen wird. Wenn ich auf meine eigenen, recht umfangreichen Erfahrungen rekurrieren darf, so kann ich sagen, daß ich eine Dosis von 0,1 in 1—2%iger Lösung für eine niedrige, sicherlich nicht zu hohe Dosis halte, welche von anderen Autoren wesentlich überschritten worden ist, daß ich von ½%iger Lösung sehr oft 20—30 ccm (= 0,1 bis 0,15) und von 0,1%iger Lösung wiederholt 300 ccm (= 0,3) injiziert habe. Ich habe nie eine Eukain-B-Vergiftung bei Kranken gesehen und halte die genannten Dosen für unschädlich. Vor der Angabe Lohmanns, daß man bis zu 30 ccm 10%iger Eukain-B-Lösung (= 3 Gramm!) injizieren dürfe, kann nicht dringend genug gewarnt werden, ebenso vor der Anwendung so hoch konzentrierter Lösungen zu Gewebsinjektionen überhaupt. Ich sollte meinen, es sei nicht nötig, daß wir, wie beim Kokain, wiederum erst durch lange Erfahrung und Schaden klug zu werden brauchen.

In der Literatur sind nirgends Vergiftungen mit Eukain-B mitgeteilt, abgesehen von den Fällen, wo es zur Bierschen Lumbalanästhesie angewendet wurde. Die üblen Erscheinungen nach Lumbalinjektionen sind aber sicherlich zum allergrößten Teil gar nicht als Resorptionswirkungen, sondern als örtliche Kontaktwirkungen der injizierten Lösungen auf das Zentralnervensystem aufzufassen. Das negative Ergebnis literarischer Studien beweist noch nicht, daß nicht doch Eukainvergiftungen vorgekommen sind. Im allgemeinen scheint man jedoch bei der Anwendung des Mittels die nötige Vorsicht nicht unterlassen zu haben. Marcinowski, dem wir eine eingehende und sorgfältige Studie über das Eukain verdanken, hat an sich selbst nach Injektion einer 5%igen Eukain-B-Lösung (Dosis ist nicht angegeben) in den Oberschenkel eine leichte Vergiftung beobachtet. Auch ich kann mit einem solchen Erlebnis aufwarten. Ich injizierte zu Versuchszwecken an einen

Nervenstamm meines Vorderarmes, ich glaube, es war der N. medianus, 1 ccm einer 3%igen Eukain-B-Lösung (also 0,03!). Nach fünf Minuten stellte sich Übelbefinden, Schwindel und, wie bei Marcinowski, eine eigentümliche Schwere und Schwäche der Glieder ein, welche mich zwang, mich hinzulegen. Nach einer Viertelstunde war alles wieder in Ordnung. Konzentrierte Lösungen des Eukain-B dürfen ebensowenig zu Gewebsinjektionen verwendet werden wie konzentrierte Kokainlösungen, damit muß man sich abfinden und die Technik so einrichten, daß sie nicht nötig sind. Ich glaube nicht, daß es jemals nötig und ratsam ist, die Konzentration der Eukain-B-Lösungen von 2% zu überschreiten. Man sollte diese nicht für „schwache", sondern bereits für konzentrierte Lösungen halten.

Die Vorzüge des Eukain-B vor dem Kokain sind, um das noch einmal hervorzuheben, seine unzweifelhaft milderen toxischen Wirkungen, ferner die Haltbarkeit und leichtere, durch Kochen zu bewerkstelligende Sterilisierbarkeit seiner Lösungen. Die Nachteile des Eukain-B sind die etwas geringere, örtlich anästhesierende Potenz, welche bei manchen, nicht bei allen Anästhesierungsverfahren zu einer Steigerung der Konzentration der Lösungen zwingt, und die leicht hyperämisierende Eigenschaft des Mittels. Manche Autoren (Mikulicz) suchten letztere zu vermeiden, indem sie den Eukainlösungen Kokain zusetzten.

Vor einiger Zeit brachte die Firma Schering ein neues Eukain-B-Salz in den Handel, Eukainum aceticum. Dasselbe unterscheidet sich von dem salzsauren Salz durch seine leichte Wasserlöslichkeit (bis zu 33%). Nach Cohn sind seine Wirkungen auf das Auge wenig von denen des Eukainum-B muriaticum verschieden; stärkere als 2%ige Lösungen riefen allerdings einen unangenehmen Reizzustand hervor. Ich habe das Mittel flüchtig am Gesunden geprüft und ebenfalls gefunden, daß es nicht so reizlos ist wie das salzsaure Eukain-B. Ob daher die konzentrierten Lösungen für die Schleimhautanästhesierung zweckmäßig sind, erscheint zweifelhaft. Will man ein sehr leicht wasserlösliches Eukain-B-Salz haben, so scheint das von mir kürzlich geprüfte milchsaure Eukain-B geeigneter zu sein. In bezug auf sein Anästhesierungsvermögen unterscheidet es sich nicht von dem salzsauren Salz. Reizwirkungen hat es ebensowenig wie dieses.

4. Holokain.

Das Holokain wurde 1897 von Täuber durch Vereinigung molekularer Mengen von Phenazetin und Phenatidin erhalten. Es gehört in die Gruppe der Amidine (p-diäthoxyäthenyl-diphenyl-amidin), ist

eine in Wasser unlösliche Base, deren salzsaures Salz in weißen Nadeln kristallisiert und zu 2,5% in Wasser löslich ist. Die Lösungen sind sehr empfindlich gegen Alkalien und müssen daher in Porzellangefäßen hergestellt werden. Sie sind nach Legrand gut haltbar und lassen sich durch Kochen in Porzellangefäßen sterilisieren. Das Mittel ist bisher nur in der Augenheilkunde von Guttmann, Hirschfeld, Denneffe u. a. angewendet worden. Beim Einträufeln von Holokainlösung in das Auge entsteht heftiges Brennen, dann eine brauchbare Anästhesie. Auch bei endermatischer Injektion zeigt sich ein starker Reiz, ehe Anästhesie eintritt. Das Holokain besitzt vor dem Kokain und Eukain-B keine Vorteile, darf aber seiner toxischen Wirkungen wegen (schon Dosen von 0,01 pro Kilo rufen beim Kaninchen schwere Krämpfe hervor) nur mit größter Vorsicht angewendet werden. Pouchet verwirft das Mittel, weil die im Handel befindlichen Präparate sich sehr verschieden verhalten. Nach Legrand ist es am besten aus dem therapeutischen Arsenal zu beseitigen.

5. Aneson.

Unter dem Namen Aneson oder Anesin wurde im Jahre 1897 von der Firma Hoffmann, La Roche & Co. in Basel eine zirka 1—2%ige wässerige Lösung des Trichlorpseudobutylalkohols, auch Azetonchloroform, in England Chloretone genannt, in den Handel gebracht. Azetonchloroform wirkt nach Vamossy in Dosen von ½—1 g beim Menschen als ein von jeder unangenehmen Nebenwirkung freies, nach Impens dagegen sehr gefährliches Hypnotikum. Vamossy empfahl es auch als örtliches Anästhetikum. Das Aneson des Handels stellt eine klare, farblose Lösung mit dem eigentümlich schimmelartigen Geruch des Azetonchloroforms dar. Ihr Gefrierpunkt ist —0,118, sie erfordert also Kochsalzzusatz zur Verhinderung von Gewebsquellung. Vamossy gibt, zum Teil gestützt auf Mitteilungen von Israi, Grósz, Antal, Bilasko, an, daß das Aneson sowohl bei der Applikation auf Schleimhäute, als auch bei Gewebsinjektionen örtliche Anästhesie hervorrufe und in seiner Wirksamkeit einer 2—2½%igen Kokainlösung entspreche. Heinze und ich haben daraufhin eine Prüfung der Lösung vorgenommen. Das Aneson ruft bei endermatischer Injektion lebhaften Schmerz hervor, dem eine auf die Quaddel beschränkte Anästhesie von einigen Minuten Dauer folgt. Eine Ausbreitung der Anästhesie über die Grenze des direkt infiltrierten Gebietes findet niemals statt, von einer merklichen Einwirkung auf Schleimhäute haben wir uns nicht überzeugen können,

ebensowenig von einer Einwirkung auf Nervenstämme, wie ich einer Mitteilung von Moosbacher gegenüber betonen muß. An den mit Aneson infiltrierten Hautstellen bleiben schmerzhafte Infiltrate zurück. Durch Kochen verliert das Aneson seine Wirksamkeit fast ganz. Wir müssen also die Angabe Vamossys, daß das Mittel einer 2%igen Kokainlösung mit ihrer enormen lokalanästhetischen Potenz entspreche, durchaus bestreiten. Will man einen Vergleich mit Kokain anstellen, so würde man bei einer etwa 0,05%igen Kokainlösung die gleichen örtlich anästhesierenden Eigenschaften finden und könnte, wie Rubinstein und Sternberg, das Aneson gleich einer 0,05%igen Kokainlösung zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie brauchen. Werden 100 ccm Aneson (Kostenpunkt im Engrospreis 3 M. 50 Pf.) einem Kaninchen von 2700 g Gewicht subkutan injiziert, so verfällt dasselbe für 24 Stunden in einen tiefen, todähnlichen Schlaf, Puls und Respiration sind stundenlang kaum noch erkennbar, dann erholt sich das Tier allmählich. 100 ccm einer 0,05%igen Kokainlösung (Kostenpunkt Bruchteile eines Pfennigs) bewirken niemals irgend welche Allgemeinerscheinungen. Ich halte deshalb das Aneson als Lokalanästhetikum für obsolet.

6. Akoin.

Mit dem Namen der Akoine wurde von Trolldenier eine Reihe dem Holokain verwandter chemischer Verbindungen (Alkyl-oxyphenyl-guanidine) bezeichnet. Das Akoin des Handels*) ist das salzsaure Salz eines dieser Guanidine. Sein chemischer Name ist Di-p-anisyl-mono-p-phenetyl-guanidinchlorhydrat. Dieses Akoin bildet ein weißes, kristallinisches Pulver, geruchlos, von bitterem Geschmack, in kaltem Wasser zu 6% löslich, sehr leicht in Alkohol löslich. Die Lösungen wirken stark antiseptisch. Trolldeniers Untersuchungen des Mittels, die er teils an Tieren, teils an sich selbst und anderen gesunden Personen vornahm, ergaben, daß es ein Anästhetikum mit außerordentlich starken und langdauernden Wirkungen ist. An Augen von Kaninchen wirkte es schon in Lösungen von 1:2000 anästhesierend; Einträufelung einer 1%igen Lösung erzeugte Gefühllosigkeit von zirka ¾ Stunde, einer 5%igen Lösung solche von mehr als 24 Stunden Dauer. Reizwirkungen zeigten sich erst bei mehr als 1%igen Lösungen. An den Augen von Pferden und Hunden ergaben 1%ige Lösungen brauchbare Anästhesie,

*) Gefunden und hergestellt von der chemischen Fabrik von Heyden in Radebeul bei Dresden.

am menschlichen Auge war die Anästhesie weniger gut, der Reiz stärker. Endermatische Injektion am menschlichen Körper rief Quaddelanästhesie hervor, welche auffallend lange Zeit, bei einer Konzentration von 0,05% (mit entsprechendem Kochsalzzusatz von 0,8%) 35 Minuten, bei einer Konzentration von 0,1% 40 Minuten andauerte. Ich habe gleich nach der ersten das Akoin betreffenden Mitteilung Trolldeniers eine systematische Prüfung der örtlichen Wirkungen des Mittels durch endermatische Injektion am gesunden Menschen vorgenommen und bestätigt gefunden, daß es eine Quaddelanästhesie von ganz ungewöhnlicher Stabilität hervorruft.

Konzentration der Lösung.
(Lösungsmittel 0,8%ige Kochsalzlösung):

5%—1%	0,5%	0,2%	0,1%	0,05%	0,01%	0,005%	0,0025%
viele Stund.	2 Stdn.	1 Stdn.	30—40 Min.	20—26 Min.	10 Min.	6 Min.	4 Min.

Dauer der Quaddelanästhesie.

Die Dauer der Akoinanästhesie ist um das Vielfache größer, als die durch Kokainlösungen gleicher Konzentration bewirkte. Setzt man zu indifferenten Kochsalzlösungen Akoin in Menge von 0,0005% hinzu, so zeigt sich bei Quaddelprüfung immer noch eine deutliche Sensibilitätsstörung. Die untere Grenze der Wirksamkeit des Mittels läßt sich also noch erheblich weiter verfolgen als diejenige des Kokains.

Bei der Quaddelprüfung zeigt sich sehr deutlich noch ein anderer Unterschied von Kokain und den übrigen örtlich anästhesierenden Mitteln. Während bei diesen nämlich die Anästhesie der Kutis im Bereich der Quaddel augenblicklich nach der Injektion entsteht, vergehen nach der Injektion von Akoinlösungen einige Sekunden, bis zu ½ Minute und länger, ehe die Anästhesie des infiltrierten Gewebes vollkommen ist. Die von dem Mittel in der Nervensubstanz hervorgerufenen Veränderungen entstehen also langsamer, sind aber weit stabiler als bei der örtlichen Kokainvergiftung. Die Injektion von Akoinlösungen niedriger Konzentration ist von einem geringen, leicht erträglichen Schmerz begleitet. Gewebsschädigungen lassen die sehr verdünnten Lösungen nicht erkennen; schon ½%ige Lösungen jedoch hinterlassen schmerzhafte Infiltrate an der Injektionsstelle, 5%ige Lösungen bewirken teilweise Gangrän der Quaddeln.

Die durch Diffusion zustande kommenden Fernwirkungen von Akoinlösungen (bei der Applikation auf Schleimhäute, bei der Anästhesierung von Nervenstämmen) erweisen sich dagegen als wesentlich ge-

ringer, als die von Kokainlösungen gleicher Konzentration. Das Akoin ist selbstverständlich ein schweres Gift, bei dessen Anwendung die größte Vorsicht am Platze ist. Der anscheinend nur auf Fütterungsversuche bei Tieren gestützten Angabe Trolldeniers gegenüber, daß man der geringen Giftigkeit des Mittels wegen selbst große Mengen gefahrlos werde injizieren können, muß man sich durchaus skeptisch verhalten. Ihr steht bereits die Mitteilung Thiesings gegenüber, nach dessen Versuchen die tödliche Akoindosis für Kaninchen bei subkutaner Injektion viel geringer sei, als die tödliche Kokaindosis (0,15 Kokain in 1%iger Lösung, gegen 0,08 Akoin in 1%iger Lösung). Ich will meine eigenen Versuche, die ich vor einigen Jahren an Kaninchen ausführte, hier kurz mitteilen:

1. Kaninchen von 1220 g Gewicht. Subkutane Injektion von 6 ccm 2%iger Akoinlösung (=0,1 pro Kilo) unter die Rückenhaut: Nach 10 Minuten Parese der Vorderbeine, dann der Hinterbeine. Bald vollständige Lähmung und hochgradig erschwerte Atmung. Diese Erscheinungen hielten 4 Stunden an, wobei anscheinend das Bewußtsein völlig erhalten war. Dann erholte sich das Tier ziemlich schnell.

2. Kaninchen von 1070 g Gewicht. Subkutane Injektion von 2,5 ccm einer 2%igen Akoinlösung (=0,05 pro Kilo) unter die Rückenhaut. Nach 20 Minuten ähnliche Symptome, aber weniger intensiv und nur eine Stunde andauernd.

3. Kaninchen von 2150 g Gewicht. Injektion von 13 ccm 2%iger Akoinlösung (= 0,12 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut. Kurz dauernde, vereinzelte Krämpfe, dann Lähmung. Nach 24 Stunden lebte das Tier noch, völlig gelähmt, und wurde durch Chloroform getötet.

4. Kaninchen von 1270 g Gewicht. Subkutane Injektion von 160 ccm 0,1%iger Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (= 0,12 pro Kilo). 20 Minuten später schwere Vergiftung. Lähmung der Extremitäten. Nach 6 Stunden erholt sich das Tier wieder.

5. Kaninchen von 1800 g Gewicht. Subkutane Injektion von 270 ccm 0,1%iger Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (= 0,15 pro Kilo). Schwerste Vergiftung mit Lähmung aller Körpermuskeln. Tod nach 2 Stunden an Atemlähmung.

6. Kaninchen von 1300 g Gewicht. Subkutane Injektion von 200 ccm 0,1%iger Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (= 0,16 pro Kilo). Nach 20 Minuten Parese der Extremitäten, nach 2 Stunden totale Lähmung bei erhaltenem Bewußtsein. Nach 20 Stunden lebt das Tier noch, völlig gelähmt, und wurde getötet.

7. Kaninchen von 1590 g Gewicht. Subkutane Injektion von 13 ccm 2%iger Akoinlösung (= 0,164 pro Kilo). Nach 10 Minuten Unfähigkeit, die Extremitäten koordiniert zu bewegen. Erschwerte Respiration. Nach 15 Minuten kurze Krämpfe, dann Lähmung, anscheinend bei erhaltenem Bewußtsein. Nach 20 Minuten Exitus letalis an Atemlähmung.

8. Kaninchen von 3040 g Gewicht. Subkutane Injektion von 25 ccm 2%iger Akoinlösung (= 0,164 g pro Kilo). Exitus unter gleichen Erscheinungen nach 2 Stunden.

9. u. 10. Dosen von 0,2 und 0,7 pro Kilo in 2%iger Lösung führten nach wenigen Minuten zum Exitus.

Genauere pharmakologische Untersuchungen des Akoins sind meines Wissens noch nicht vorgenommen worden, ich kann also nur vermuten, daß das Mittel vielleicht eine periphere, kurareartige Lähmung, ähnlich dem Eukain, hervorruft. Indessen lassen die oben geschilderten Versuche doch einige allgemeine Schlüsse zu, die von Interesse sind. Auch die Symptome der allgemeinen Akoinvergiftung zeigen die schon bei der örtlichen Akoinvergiftung gefundene Tatsache, daß die Veränderungen, die das Mittel hervorruft, sehr stabil sind. Mittlere Dosen, welche nicht den sofortigen Tod der Tiere verursachten, bewirkten einen entsetzlichen Zustand von Vergiftung, der noch nach 20 und 24 Stunden unverändert anhielt und uns zwang, die Tiere zu töten. Allgemeine Kokain-, Eukain-, Tropakokainvergiftungen pflegen, wenn überhaupt, dann sehr schnell überstanden zu werden. Ein weiterer Umstand von Interesse ist der, daß die gleiche Dosis des Mittels in konzentrierter und verdünnter Lösung gar nicht sehr verschieden wirkt, also der Konzentration der Lösung nicht die Bedeutung beizumessen ist, wie bei Anwendung von Kokainlösungen. Die Ursache dieser Erscheinung scheint mir auf der Hand zu liegen: die große Stabilität der an den vergifteten Organen eintretenden Veränderung führt eben auch bei verlangsamter Resorption durch allmähliche Summierung der Giftwirkung schließlich denselben Zustand herbei, wie wenn die gleiche Dosis schnell resorbiert worden wäre. Und endlich zeigen die Versuche, daß die toxischen Wirkungen des Akoins außerordentlich heftige, gewiß nicht geringere als die des Kokains sind. Angesichts dieser scheußlichen, langdauernden Akoinvergiftungen, bei denen die Tiere nicht leben und sterben können, erscheint das Kokain in der Tat als das bei weitem unschuldigere Mittel. Es ist daher gewiß ratsam, Thiesings Maximaldosis von 0,025 nicht zu überschreiten.

Praktisch angewendet wurde Akoin zuerst von Darier. Er fand, daß subkonjunktivale Injektionen von Zyanquecksilber, welche sonst heftige und langdauernde Schmerzen verursachen, sich schmerzlos ausführen lassen, wenn den Lösungen des Medikaments kleine Mengen einer 1%igen Akoinlösung zugesetzt werden. Mit Kokain war dies seiner kurzdauernden Wirkung wegen nicht zu erreichen. Der Wert des Akoins für den Zweck subkonjunktivaler Injektion ist von verschiedenen Augenärzten (Guibert, Carter, Hirsch, Etiévant) bestätigt worden und kann wohl als gesichert gelten. Die Zahnärzte Senn, Nipperdey, Bab, Thiesing empfehlen die subgingivale Injektion ½—2%iger Akoinlösungen zur Lokalanästhesie bei Zahnextraktionen, Bab in Verbindung mit Kokain. Die Wirksamkeit einer ½% Akoin und ½% Kokain ent-

haltenden Lösung kommt nach seiner Erfahrung der einer 5%igen Kokainlösung gleich. Spindler endlich rühmt die langdauernde Wirkung einer 0,1%igen Akoinlösung bei der Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Zu diesem Zweck habe auch ich Lösungen, welche 0,05 bis 0,1% Akoin und 0,1% Eukain-B enthalten (selbstverständlich mit dem üblichen Kochsalzzusatz von 0,8%), längere Zeit hindurch bei allerlei größeren Operationen angewendet. Ich habe Eukain-B zugesetzt, weil der allerdings an und für sich geringe, aber doch manchen Kranken unangenehme Akoininjektionsschmerz dadurch fast ganz aufgehoben wird. Es ist ein unzweifelhafter Vorteil, daß das Mittel die infiltrierten Gewebe für mehrere Stunden unempfindlich macht. Insbesondere war mir die Akoinlösung zur Ausführung von Hämorrhoidaloperationen von Wert erschienen, bei denen die gewöhnlichen Kokain- und Eukainlösungen oft nicht ausreichen. Ich habe bis zu 0,05 und etwas darüber Akoin pro dosi gebraucht, ohne einen Schaden zu bemerken. Ich trage jedoch Bedenken, mehr als $^1/_4$—$^1/_2$% Akoin enthaltende Lösungen zu Gewebsinjektionen anzuwenden, weil sie ohne Frage Gewebsschädigungen verursachen müssen und sich in den meisten Fällen ausreichende lokalanästhetische Effekte mit den anderen Mitteln ohne Gewebsschädigung erzielen lassen.

Wie sein Verwandter, das salzsaure Holokain, ist auch das Akoin in seinen Lösungen äußerst empfindlich gegen Alkalien und wird durch Spuren derselben, wie sie z. B. von Glas beim Kochen abgegeben werden, gefällt. Deshalb sind gewisse Vorsichtsmaßregeln beim Herstellen der Lösungen notwendig. Es darf nur sterilisiertes Wasser verwendet werden, und die Lösung wird am besten in Porzellangefäßen kalt oder unter vorsichtiger Erwärmung vorgenommen, dann die nötige Kochsalzmenge zugesetzt. Die fertigen Lösungen lassen sich durch Kochen beliebig sterilisieren, ohne daß eine Zersetzung eintritt, und sind haltbar, wenn sie in dunklen Gläsern, die vorher in Salzsäure ausgekocht und mit sterilisiertem Wasser nachgespült sind, aufbewahrt werden. Es ist vorteilhaft, sich eine auf diese Weise hergestellte 1—2%ige wässerige Akoinlösung vorrätig zu halten, welche vor dem Gebrauch verdünnt wird. Zur Herstellung der von mir verwendeten Eukain-Akoinlösungen bediente ich mich einer Vorratslösung von 25 Teilen Akoin in 100 Teilen absolutem Alkohol, welche ebenfalls haltbar ist. 6 Tropfen von ihr enthalten ungefähr 0,05, 12 Tropfen ungefähr 0,1 Akoin, welche der 0,1%igen Eukainlösung kurz vor dem Gebrauch zugesetzt wurden. Zur Herstellung konzentrierter, also z. B. 1%iger Akoinlösungen ist diese alkoholische Stammlösung natürlich nicht ver-

wendbar, weil die Gebrauchslösung dann zu viel Alkohol enthalten würde. Die in Sodalösung ausgekochten Spritzen und Kanülen müssen durch Auswaschen mit Wasser sorgfältig von dem Alkali befreit werden, wenn mit ihnen Akoininjektionen gemacht werden sollen. Nach der Einführung des Suprarenins habe ich das Mittel nicht mehr gebraucht und halte es ebenfalls, wenigstens für die operative Lokalanästhesie, für obsolet, weil sein einziger Vorteil, die langdauernde Anästhesie, durch Kokain-Suprareninmischungen sich viel besser erreichen läßt.

7. Die Anästhetika der Orthoformgruppe*).

a) Orthoform.

Lange Zeit ist es eine offene Frage gewesen, ob zur Hervorrufung lokaler Anästhesie das vollständige Kokainmolekül notwendig sei, oder ob auch dessen Spaltungsprodukte die gleiche Wirkung zeigten. Filehne**) hat sie infolge des Umstandes, daß das aus dem Kokain gewonnene Alkaloid Ekgonin, ohne mit der Benzoesäure verkuppelt zu sein, gänzlich wirkungslos ist, während dagegen auch andere, in keiner Beziehung zum Kokain stehende Alkaloide durch Aufnahme der Benzoylgruppe in ihre Konstitution kokainartige Eigenschaften gewinnen, dahin beantwortet, daß zur Hervorbringung von Anästhesie das Vorhandensein der Benzoylgruppe in der betreffenden Verbindung unbedingt nötig sei. Ehrlich***) dagegen kommt zu der Ansicht, daß die anästhesierende Wirkung nur an gewisse Körper der Kokainreihe gebunden sei, und zwar an diejenigen, in denen der Ekgoninäther bestimmte Säureradikale aufgenommen hat, die man zweckmäßig als anästhesiphore bezeichnen könne.

Angeregt durch diese Untersuchungen kamen Einhorn und Heinz bei ihren Experimenten zu dem Ergebnis, daß es ein geradezu charakteristisches Merkmal aller aromatischen Amidooxyester sei, lokale Anästhesie zu erzeugen. Unter diesen Körpern wiederum ruft die vollkommenste Anästhesie der p-Amido-m-Oxybenzoesäuremethylester, dem die Genannten den Namen Orthoform beilegen, hervor. Es stellt ein weißes Pulver dar, in Wasser nur sehr wenig löslich, worauf der größte Vorzug desselben beruhe; denn damit sei es nur langsam resorbierbar, und es erfülle somit die Haupteigenschaft eines für Wunden, Geschwüre, Verbrennungen, Rhagaden, Exkoriationen usw.

*) Fabriziert von den Höchster Farbwerken.

**) Berliner klin. Wochenschr., 1887, S. 107.

***) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft, 1894, S. 1870.

verwendbaren Lokalanästhetikums; es anästhesiere dieselben dadurch, daß es als nur wenig löslicher Körper an Ort und Stelle liegen bleibt und so beständig zur Einwirkung gelangt, in unbeschränkter Dauer. Auch wirke es stark antiseptisch.

Das Orthoform entfaltet seine anästhesierenden Eigenschaften nur, wo es mit bloßliegenden Nervenendigungen zusammenkommt, dann aber erstrecken sie sich über viele Stunden und Tage. Die Haut und resistente Schleimhäute vermag es infolge seiner Schwerlöslichkeit nicht zu durchdringen. Das Mittel ist anscheinend wenig giftig, Heinz konnte Tieren 4—6 g innerlich oder subkutan beibringen, ohne daß schädliche Wirkungen sich zeigten. Soulier und Guinard fanden als letale Dosis bei Hunden, intern gegeben, 1,0 pro Kilo, intraperitoneal verabreicht, 0,25 pro Kilo. Die Erscheinungen sind denen der Kokainvergiftung ähnlich.

Für die örtliche Anästhesie bei Operationen ist das Orthoform praktisch nicht verwendbar, da sich Lösungen schwer herstellen lassen und sich leicht zersetzen (Heinze), wohl aber ist es auf Empfehlung von Klaußner und Neumayer in Substanz oder in Form von Salben zur Schmerzlinderung bei offenen Wunden, Brandwunden, Kehlkopf- und Kornealgeschwüren, Ulcus ventriculi, zur Beseitigung des Nachschmerzes nach Zahnextraktionen, gegen pulpitische Schmerzen, bei sensiblem Dentin, bei schmerzhaften Unterschenkel-, Dekubitus- und Karzinomgeschwüren meist mit gutem Erfolg, oft lange Zeit hindurch und in großen Quantitäten ohne Schaden gebraucht worden. Später zeigten sich indessen bisweilen Nebenwirkungen meist am Ort der Applikation, erysipelatöse Rötung der Haut, Schwellung, Blasenbildung, lokale Gangrän (Asam, Brocq, Wunderlich, Miodowski, Stubenrauch), Ekzeme, welche manchmal größere Teile des Körpers befielen (Friedländer, Graul). Friedländer stellte 18 Fälle zusammen, wo auch Allgemeinerscheinungen, Schwindel und Erbrechen, nach Orthoformgebrauch auftraten. Unangenehme örtliche Nebenwirkungen der gedachten Art sind namentlich bei der Behandlung von Unterschenkelgeschwüren mit dem Mittel sehr häufig beobachtet worden. Es darf daher nur mit Vorsicht angewendet, seine Wirkung muß bei den einzelnen Kranken erst ausprobiert werden. Zur Behandlung schmerzhafter Schrunden der Brustwarze bei stillenden Frauen darf es nach Pouchet nicht gebraucht werden, weil es dem Säugling schädlich sein könne. Derselbe Autor weist darauf hin, daß Orthoform stark reduziert, daher nicht mit Argentum nitricum zusammen angewendet werden darf, aus dem es freie Salpetersäure abspaltet.

b) „Orthoform neu".

Mit diesem geschmackvollen Namen wurde der m-Amido-p-Oxybenzoesäuremethylester bezeichnet. Das Präparat ist ein gleichmäßig feines Pulver, das sich weniger zusammenballt und billiger ist als Orthoform, von dem es sich in seinen Wirkungen und Nebenwirkungen sonst nicht unterscheidet.

c) Nirvanin.

Da die löslichen Salze des basischen Orthoforms sämtlich infolge ihrer sauren Reaktion stark reizen und deshalb für die örtliche Anästhesie nicht geeignet waren, versuchten Einhorn und Heinz weiter, die Amidoatomgruppe der Amidoester und Oxyamidoester, deren sekundäre Bedeutung für die anästhesierende Wirkung der Verbindungen sie vermuteten, durch andere Atomgruppen zu ersetzen, und fanden in dem salzsauren Diäthylglykokoll-p-Amido-o-Oxybenzoesäuremethylester ein in Wasser leicht lösliches Salz, das örtlich anästhesierende Eigenschaften besitzt, dessen Lösungen neutral reagieren und antiseptisch wirken. Es erhielt den Namen „Nirvanin". Es stellt ein weißes, kristallinisches Pulver dar. Seine Lösungen sind haltbar und können durch Abkochen sterilisiert werden.

Eine Prüfung der mit 0,8% Kochsalz versetzten Nirvaninlösungen bei endermatischer Injektion ergab folgendes. Die Injektion ist schmerzhaft, dann tritt Anästhesie der Quaddel ein. Die untere Grenze der Wirksamkeit zeigt eine Lösung von etwa 0,05%, welche noch eine deutliche Herabsetzung der Sensibilität verursacht. Sie hat also ungefähr die zehnfache Konzentration wie eine eben noch wirksame Kokainlösung. Auch sonst zeigt sich, daß das Anästhesierungsvermögen von Nirvaninlösungen demjenigen von Kokainlösungen von ungefähr zehnmal niedrigerer Konzentration entspricht, auch in bezug auf die Dauer der Anästhesie. Wenn man bei einer Versuchsperson nebeneinander zwei Quaddeln macht, die eine mit 0,1%iger Kokainlösung, die andere mit 1%iger Nirvaninlösung, so ist die Dauer der Anästhesie in beiden ungefähr die gleiche. Eine Fernwirkung, also z. B. Ausbreitung der Anästhesie über die Quaddel hinaus, eine Anästhesie der Haut bei subkutaner Injektion, ist selbst bei Anwendung 5%iger Nirvaninlösungen sehr wenig ausgesprochen, jedenfalls eine noch geringere, als sie 0,5%ige Kokainlösungen zeigen. Gewebsschädigungen lassen Nirvaninlösungen nicht erkennen; sie bewirken eine mäßige Hyperämie.

Die bei der praktischen Anwendung von Nirvaninlösungen gewonnenen Erfahrungen entsprechen den Ergebnissen der systematischen

Prüfung vollkommen. Das Anästhesierungsvermögen auch der 5%igen Nirvaninlösung ist zu gering, um für die Applikation auf die Oberfläche von Schleimhäuten einen wirksamen Ersatz für Kokainlösungen zu bieten. Für das Auge sind sie schon ihrer Reizwirkung wegen nicht geeignet. Die mit 0,25—1%igen Nirvaninlösungen infiltrierten Gewebe werden anästhetisch, das Mittel kann daher für die Infiltrationsanästhesie gebraucht werden. Nach Luxenburger sind 2%ige Nirvaninlösungen besonders geeignet für die Leitungsunterbrechung von Nervenstämmen. Meine Untersuchungen und Erfahrungen über diesen Punkt decken sich indessen mit denen Hölschers. Die Wirksamkeit einer an einen Nervenstamm injizierten Nirvaninlösung kann gar nicht verglichen werden mit der einer Kokainlösung gleicher Konzentration. 2—5%ige Nirvaninlösungen wirken weniger schnell als 0,2—0,5%ige Kokainlösungen und bewirken erst nach langer Wartezeit bei gleichzeitiger Abschnürung der Extremitäten eine Leitungsunterbrechung, verdünntere Lösungen wirken gar nicht mehr. Der mit der Nirvaninjektion verbundene Schmerz ist eine höchst unangenehme Beigabe. 5%ige Nirvaninlösung wird ferner zu subgingivaler Injektion bei Zahnextraktionen empfohlen. Rothenberger wendete sie in 164 Fällen an und konnte nach einer Wartezeit von 3—5 Minuten in 155 Fällen eine schmerzlose Zahnextraktion bewerkstelligen. Stubenrauch verließ die 5%ige Lösung wieder, weil ihre Injektion seinen Kranken zu große Schmerzen verursachte, und konnte nach subgingivaler Injektion 2%iger Lösung ebenfalls meist schmerzlos Zähne extrahieren. In Fällen aber, wo die Alveolarteile sehr dick waren, oder Periostitis bestand, versagte das Mittel.

Über toxische Nebenwirkungen des Nirvanins ist folgendes zu bemerken. Nach Luxenburger rufen beim Kaninchen erst 0,22 pro Kilo allgemeine Vergiftung hervor, nach Joanin verhält sich die Toxizität des Kokains zu der des Nirvanins wie 1:7,5. Didrichson fand jedoch ein für das Nirvanin weniger günstiges Verhältnis. Er fand auch eine kumulierende Wirkung des Mittels und beobachtete, daß dasselbe nicht im Verhältnis zum Körpergewicht der Tiere toxisch wirke: große Tiere leiden selbst nach kleinen Dosen, und umgekehrt vertragen kleine Tiere oft unverhältnismäßig große Dosen. Die Vergiftungssymptome bestehen wie bei allen diesen Mitteln in Exzitation mit folgender Lähmung. Große Dosen erregen heftige Krämpfe. Als Maximaldose für den Menschen geben Einhorn und Heinz 0,5 an, Luxenburger berechnet 0,55. Da die örtlich anästhesierenden Wirkungen einer Nirvanindosis etwa derjenigen einer zehnmal kleineren Kokaindosis entsprechen, so scheint

mir der Vorteil des Mittels in dieser Beziehung ein recht zweifelhafter zu sein. Bis zu 0,5 Nirvanin und etwas darüber hat Luxenburger u. a. bei Kranken häufig verbraucht ohne Nebenwirkungen. Floeckinger beobachtete nach einer Dosis von etwas über 0,5 Schwindel, Nausea, Flimmern; Erscheinungen, welche durch 2 mg Strichnin rasch beseitigt wurden. Dorn berichtet von einer Patientin, welche nach der Injektion von 3/4 ccm einer 5%igen Nirvaninlösung Streckkrämpfe, Kopfschmerzen, Schwindel, Ohrensausen bekam. Ich möchte glauben, daß dem Nirvanin aus den angegebenen Gründen eine Zukunft nicht bevorsteht.

d) Anästhesin und Subkutin. (Ritsert.)

Ein weiteres, zur Orthoformgruppe gehöriges Produkt, der p-Amidobenzoesäureester, ist von Ritsert dargestellt worden und kommt unter dem Namen Anästhesin in den Handel. Dasselbe ist ein feines, weißes, kristallinisches, nicht hygroskopisches Pulver, welches, auf die Zunge gebracht, alsbald stumpfes Gefühl erzeugt. Es ist schwer löslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und fetten Ölen und läßt sich mit Fetten aller Art zu Salben verarbeiten, ohne sich zu zersetzen. Das Mittel ist nach Binz und Kobert ungiftig und hat sich nach den Mitteilungen von v. Noorden und Lengemann als ein Anästhetikum erwiesen, das, in ähnlicher Weise wie Orthoform angewendet, langdauernde schmerzstillende Wirkungen entfaltet, während ihm die Nebenwirkungen des Orthoforms nach den bisherigen Erfahrungen zu fehlen scheinen. Von Noorden empfiehlt es innerlich (Tagesdosis 2,5 g) 10—15 Minuten vor der Nahrungsaufnahme bei nervöser Hyperästhesie des Magens und Ulcus ventriculi, in Form von Insufflationen und Inhalationen bei Kehlkopfhyperästhesie, als Trochiszi bei Schlingbeschwerden und Hustenreiz, als Suppositorien bei Tenesmus und schmerzhaften Hämorrhoidalknoten, als Bazilli (0,3) bei Blasenzwang, als Salbe (mit Adeps lanae 10%) bei Pruritus, namentlich der Diabetiker. Kassel rühmt die Wirkung von Inhalationen (Anästhesin 20,0, Menthol 10,0—20,0, Olei olivarum 100,0) bei Kehlkopfhyperästhesie, Lengemann, Henius, Becker die Schmerzlinderung bei Erysipel, bei Verbrennungen und beim Touchieren schmerzhafter Granulationsflächen, wenn dieselben zuvor mit Anästhesin allein oder mit Mischungen desselben mit Dermatol bestreut worden waren. Schädliche Nebenwirkungen wurden auch hierbei nicht beobachtet.

Lösungen des salzsauren Anästhesins (1/4%ig) sind von Dunbar und Rammstedt zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie und Lei-

tungsanästhesie an den Fingern mit Erfolg gebraucht worden. Die für Gewebsinjektionen am meisten geeignete Anästhesinverbindung schien das von Ritsert dargestellte paraphenolsulfosaure Anästhesin, Subkutin genannt, zu sein. Es ist ein weißes, kristallinisches Pulver, das sich zu 1% in Wasser löst, haltbare Lösungen gibt und beim Kochen sich nicht zersetzt. Die Lösungen reagieren stark sauer. Nach Becker können 0,8—1%ige Subkutinlösungen zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie und zur Leitungsanästhesie an den Fingern gebraucht werden. Eine von mir vorgenommene Quaddelprüfung der 0,8%igen Subkutinlösung mit Zusatz von 0,7% Kochsalz hatte das von Becker mitgeteilte Ergebnis: die Injektion ist nicht schmerzhaft, das infiltrierte Gewebe wird sofort anästhetisch, die Dauer der Anästhesie ist etwas länger als die einer gleichzeitig mit 0,1%iger Kokainlösung hergestellten Quaddel. Außerdem zeigte sich aber bei allen Versuchspersonen, daß die Subkutininjektion keineswegs reaktionslos, wie Kokainlösung, von dem Gewebe vertragen wird. Ausnahmslos bleiben am Ort der Subkutinquaddel schmerzhafte Infiltrate zurück, von deren Oberfläche sich zuweilen sogar ein Epidermisbläschen abhebt, die sicheren Zeichen einer durch das Mittel hervorgerufenen Gewebsschädigung. 1½ ccm der Subkutinlösung, ringförmig subkutan um das Grundglied des abgeschnürten vierten Fingers injiziert, ergab erst nach 25 Minuten völlige Anästhesie des Fingers. Die Injektion hatte heftige Beschwerden zur Folge, so daß von weiteren Versuchen Abstand genommen wurde. Subkutin ist also für Gewebsinjektionen ungeeignet.

e) Propäsin und Zykloform.

Propäsin ist der Propylester, Zykloform der Isobutylester der p-Amidobenzoesäure. Beide Mittel stellen ein weißes, kristallinisches, in Wasser nur wenig lösliches Pulver dar. Man verwendet die Mittel in Pulverform zum Aufstreuen auf schmerzhafte Ulzerationen aller Art, in Salbenform (15%ige Propäsinsalbe nach Stürmer und Lüders, 5—10%ige Zykloformsalbe nach Strauß) zum Bedecken schmerzhafter Geschwürsbildungen und Rhagaden und intern (Propäsin messerspitzenweise, man kann bis zu 2 g geben, Zykloform nach Wyß in Dosen zu 0,2—0,4) bei intestinalen Schmerzen. Unangenehme örtliche Nebenwirkungen, wie beim Orthoform, sind bei den beiden Mitteln bisher nicht beschrieben worden.

8. Stovain.

Fourneau in Paris fand bei einer Reihe von Substanzen, die der Gruppe der Amidoalkohole angehören, örtlich anästhesierende Eigenschaften. Ein Derivat dieser Körper, chemisch als α-Dimethylamin-β-Benzoylpentanol-Chlorhydrat charakterisiert, wurde von Billon unter dem Namen Stovain in den Handel gebracht und von französischen Autoren, namentlich auch von Reclus, als Ersatzmittel für Kokain warm empfohlen.

Stovain kristallisiert in kleinen weißen, glänzenden Blättchen und ist sehr leicht in Wasser löslich. Die Lösungen sind durch Kochen sterilisierbar. Bei 120° zersetzt sich das Mittel. Seine pharmakologischen Eigenschaften wurden von Billon und Pouchet im Tierversuch studiert. Es ist, gleich dem Kokain, ein zentrales Nervengift. Bei Herbivoren sieht man nach Einverleibung toxischer Dosen in einigen Fällen allgemeine Analgesie eintreten ohne andere nervöse Symptome. In anderen Fällen, stets bei Hunden und Katzen, treten diese in den Vordergrund. Man beobachtet Paralyse der Extremitäten, Inkoordination der Bewegungen, Kreisbewegungen, zentrale tonische und klonische Krämpfe, welche unmittelbar oder nach einem komatösen Stadium durch Atemlähmung zum Tode führen. Die Körpertemperatur ist bei Meerschweinchen subnormal, bei Hunden und Katzen normal oder erhöht. Auf den Herzmuskel wirkt das Mittel erregend, auf die Blutgefäße nach Billon dilatierend. Nach Pouchet macht die anfängliche Gefäßdilatation und Blutdruckerniedrigung bald normalem Verhalten des Blutdrucks und der Gefäßfüllung Platz. In 4% iger Lösung auf einen freigelegten Nervenstamm gebracht, unterbricht das Mittel dessen Leitung, aber nicht so vollständig wie Kokain (Pouchet). Läwen hat jedoch festgestellt, daß bereits eine 5% ige Stovainlösung, auf den freigelegten Froschischiadikus gebracht, eine irreparable Schädigung der Nervenleitung verursacht und hält auch nach Vergiftung des Nerven mit einer 4% igen Lösung bis zur Unerregbarkeit eine Wiederkehr der vollen Erregbarkeit für ausgeschlossen. Die Toxizität des neuen Mittels wird als 2—3 mal geringer als die des Kokains angegeben. Ausgedehntere Erfahrungen über seine praktische Anwendung zu Gewebsinjektionen liegen nur von Reclus vor, der sich für das Stovain sehr begeistert hat. Er gebraucht es in ½—1% iger Lösung für die von ihm geübte Form der Infiltrationsanästhesie, hält 0,2—0,3 für eine innerhalb der Grenzen absoluter Gefahrlosigkeit liegende Dosis und rühmt es als vollkommenen Ersatz für Kokain. Zur Oberflächenanästhesierung von

Schleimhäuten ist Stovain bisher nur wenig verwendet worden. Einträufelung einer ½—2½%igen Lösung in den Konjunktivalsack ist nach Lapersonne schmerzhaft, und die folgende Anästhesie ist nicht so vollkommen und nicht so andauernd wie die Kokainanästhesie.

Ich habe das Mittel zunächst an mir und gesunden Personen mittels intrakutaner und subkutaner Injektion einer Prüfung unterzogen und mit Kokain verglichen. Die Ergebnisse der Prüfung sind folgende.

0,1%ige Lösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. Intrakutane Injektion am Vorderarm. Injektion etwas schmerzhaft. Die Quaddel wird sofort anästhetisch, die Dauer der Anästhesie beträgt 5—6 Minuten. Hyperämie der Injektionsstelle. Die Dauer der Anästhesie einer nebenan mit 0,1%iger Kokainlösung angelegten Quaddel beträgt 15 Minuten.

1%ige Lösung mit Zusatz von 0,6% Kochsalz. Injektion recht schmerzhaft. Sehr starke, andauernde Hyperämie der Injektionsstelle. Dauer der Anästhesie etwa 8 Minuten, an der nebenan mit 1% Kokainlösung angelegten Quaddel etwa das Dreifache. Ausgesprochene sichtbare Gewebeschädigungen zeigen die Injektionsstellen nicht, so reaktionslos wie Kokainquaddeln verschwinden aber die Stovainquaddeln keineswegs.

5%ige und 10%ige Stovainlösung. Intrakutane Injektion. Injektion außerordentlich schmerzhaft. Die eingetretene Quaddelanästhesie verschwindet nicht wieder, die Quaddel wird in toto bis in das Unterhautzellgewebe gangränös.

Bei Injektion 1%iger Stovainlösung subkutan am Vorderarm in die Umgebung des N. radialis superficialis zeigt sich eine deutliche Einwirkung des Mittels auf die periphere Endausbreitung des Nerven. Mit der Wirkung einer Kokainlösung oder auch Eukain- oder Tropakokainlösung gleichen Prozentgehalts ist sie nicht zu vergleichen. Bei Injektion von Stovainlösung in einen abgeschnürten Finger erzielt man die gleichen Wirkungen, wie mit einer Kokainlösung von viel geringerer Konzentration. Die Finger bleiben aber tagelang schmerzhaft und geschwollen, während die Injektion von Kokain, Tropakokain oder Eukain-B keine nennenswerte Reaktion hinterläßt.

Das Stovain hat also nach meinen Untersuchungen auch noch in 1%iger Lösung gewebsschädigende Wirkungen. Bei Injektion von 2%iger Lösung sah Sinclair viermal Gangrän eintreten. Ich halte das Mittel für ungeeignet zur Lokalanästhesie. Auch Reclus hat es wieder verlassen.

9. Alypin.

Dies von Impens empfohlene Mittel steht dem Stovain sehr nahe. Stovain ist das salzsaure Salz des Benzoyläthyldimethylaminopropanol, Alypin ist das salzsaure Salz des Benzoyläthyltetramethyldiaminopropanol und entsteht aus dem ersten durch Ersatz eines Wasserstoffatoms durch die Gruppe $N(CH_3)_2$. Bezüglich der chemischen und pharmakologischen Eigenschaften des Alypins verweise ich auf Impens' Mitteilung. Gehen wir gleich an die Prüfung des Mittels, dessen farb-

lose Kristalle im Wasser sehr leicht löslich sind, dessen neutrale Lösungen sich durch Kochen sterilisieren lassen.

Versuche mit Alypin.

1. 0,1prozentige Alypinlösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. Bildung einer Hautquaddel am Vorderarm einer gesunden Versuchsperson. Die Injektion ist schmerzhaft. Die Quaddel wird sofort anästhetisch. Nach etwa 11 Minuten kehrt die Sensibilität zurück. Die Quaddel wird gleich nach der Injektion leicht hyperämisch. An der Injektionsstelle bleibt mehrere Stunden ein stark hyperämisches Infiltrat zurück.

2. Kontrollversuch mit 0,1prozentiger Kokainlösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. Bildung einer Quaddel neben der Alypinquaddel. Die Injektion ist schmerzlos. Die Quaddel wird sofort anästhetisch. Nach etwa 15 Minuten kehrt die Sensibilität zurück. Die Quaddel ist anämisch, es bleibt kein Infiltrat, keine Hyperämie zurück.

3. 1prozentige Alypinlösung mit 0,8% Kochsalzzusatz. Bildung einer Hautquaddel. Die Injektion ist schmerzhaft. Die Quaddelanästhesie hält ungefähr 20 Minuten an. An der Injektionsstelle bleibt ein mehrere Tage nachweisbares, empfindliches Infiltrat zurück.

4. Kontrollversuch mit 1prozentiger Kokainlösung mit Kochsalzzusatz. Die Injektion ist schmerzlos. Die Anästhesie hält etwa 25 Minuten an. Die injizierte Lösung wird resorbiert, ohne Spuren zu hinterlassen.

5. 5prozentige Alypinlösung. Bildung einer Hautquaddel. Injektion recht schmerzhaft. Die sich über die Quaddelgrenze ringsherum etwas ausbreitende Anästhesie hält ungefähr 37 Minuten an. An der Injektionsstelle hebt sich die Epidermis in Form einer kleinen Blase ab. Eine oberflächliche Schicht der Kutis wird gangränös. Von der Injektion 10prozentiger Lösung wurde deshalb abgesehen.

6. 1prozentige Alypinlösung. Injektion von 1 ccm in Form eines quergestellten Streifens unter die Haut des Vorderarmes. Nach 10 Minuten zeigt sich deutliche Einwirkung auf die von der Lösung getroffenen subkutanen Hautnerven, in deren Ausbreitungsgebiet starke Herabsetzung, teilweise sogar Aufhebung der Sensibilität entsteht. Weitere 15 Minuten später ist die Sensibilität wieder normal.

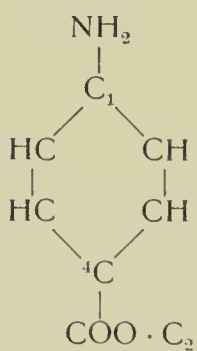
Es handelt sich demnach, gleich dem Stovain, um ein Mittel mit sehr starken örtlich anästhesierenden Eigenschaften. Die der Injektion folgende Hyperämie der Injektionsstelle ist gering. Die Toxizität des Mittels ist nach Impens geringer wie die des Kokains. Leider ist die Injektion des Mittels schmerzhaft, und die intrakutane und subkutane Injektion ist von unverkennbarer Gewebsschädigung begleitet. Letztere ist nicht so augenfällig wie bei Injektion von Stovainlösung. Auch hat Läwen (VIII, 353) festgestellt, daß im Gegensatz zum Stovain die Funktion eines bis zur Unerregbarkeit mit 5%iger Alypinlösung vergifteten Nervenstamms durch Auswaschen völlig wiederhergestellt werden kann. Trotz alledem, Gewebsschädigungen sind nachweisbar bei subkutaner

und intrakutaner Injektion. Zu einer Verwendung des Alypins in dieser Richtung liegt also kein Bedürfnis vor, da uns andere Mittel ohne die erwähnte örtliche Nebenwirkung zu Gebote stehen. Dagegen hat das Mittel als Schleimhautanästhetikum in der Rhino-Laryngologie (Seifert, Ruprecht u. a.) sowie in der Urologie (Joseph und Kraus, Lucke, Lohnstein, Garasch) ziemlich weite Verbreitung erlangt. Garasch hat unter 1453 Fällen von Alypinanästhesie zweimal bei Injektion von 5 ccm 2%iger und 5%iger Alypinlösung in die Urethra schwere Vergiftungen erlebt, $1\frac{1}{2}$—2 Minuten nach der Einspritzung zeigten sich Dyspnöe, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Mydriasis, Halluzinationen, Krämpfe; Puls und Respiration schwanden. Diese Erscheinungen vergingen erst nach 18—22 Minuten langen energischen Wiederbelebungsversuchen. Besonders leicht treten solche Vergiftungssymptome nach seinen Erfahrungen bei jungen erschöpften Personen auf. Einen Alypintodesfall teilt G. Ritter mit. Einem 16jährigen Mädchen wurde zur Ausführung einer Kropfoperation 1,5 g Adalin, 30 Minuten später 1,5 cg Morphium gegeben, ferner wurden in das Operationsfeld 50 ccm 2%ige Alypinlösung (!) gespritzt. 10 Minuten später setzten Bewußtlosigkeit, Zuckungen, Atem- und Pulslähmung ein, nach einigen Stunden trat der Tod ein. Man fragt sich vergeblich, zu welchem Zweck und mit welcher Indikation erstens Narkotika in dieser Häufung und zweitens solche Mengen eines ungenügend erprobten Mittels gegeben worden sind.

10. Novokain.

Die chemischen Eigenschaften dieses von Einhorn entdeckten Mittels sind nach den mir von den Höchster Farbwerken zur Verfügung gestellten Mitteilungen folgende:

Das Präparat ist das Monochlorhydrat des p-Aminobenzoyldiäthylaminoäthanols, mit der Formel:



Das Salz kristallisiert aus Alkohol in Nädelchen, welche bei 156° schmelzen. Es löst sich im Verhältnis 1:1 in Wasser zu einer neutral reagierenden Flüssigkeit; an kaltem Alkohol sind zur Lösung etwa 30 Teile erforderlich. Aus der wässerigen Lösung fällen ätzende und

kohlensaure Alkalien die freie Base als farbloses, bald kristallinisch erstarrendes Öl aus; mit Natriumbikarbonatlösung dagegen läßt sich die wässerige Lösung ohne Trübung mischen. Die freie Base kristallisiert aus verdünntem Alkohol mit zwei Mol. Kristallwasser, aus Äther oder Ligroin in wasserfreien, glänzenden Prismen. Der Schmelzpunkt der wasserhaltigen Base liegt bei 51°, der der wasserfreien bei 58—60°. Mit allgemeinen Alkaloidreagentien, wie Jodjodkalium, Kaliumquecksilberjodid, Pikrinsäure, gibt das Präparat selbst in stark verdünnter Lösung noch Niederschläge. Die wässerige Lösung des Novokains läßt sich, ohne daß das Präparat eine Zersetzung erleidet, aufkochen; sie bleibt auch bei tagelangem Stehen in lose verstopften Glasflaschen vollständig klar. Die physiologische Konzentration liegt bei 5,48%.

Die pharmakologische Untersuchung des Novokains durch Biberfeld ergab folgendes. Das Präparat anästhesiert im Tierexperiment sehr gut und prompt: die 0,25%ige Lösung reicht aus, um in etwa 10 Minuten einen freigelegten Nervenstamm zu anästhesieren. Lokal hat es sonst gar keine Nebenwirkung, insbesondere fehlen selbst bei Anwendung sehr konzentrierter Lösungen jegliche Reizerscheinungen; auch in Pulverform kann man das Präparat auf frische Wunden oder an zarte Gewebe, wie die Kornea, bringen, ohne daß eine Reizung eintritt, während z. B. Stovain, in dieser Weise appliziert, die Gewebe sofort verätzt. Die allgemeinen Wirkungen sind bei mittleren Dosen sehr gering. 0,15—0,2 pro Kilo subkutan gegeben, verursachen bei Kaninchen, die am Kymographion Blutdruck und Atmung aufschreiben, fast gar keine Änderung der Kurven. Bringt man das Präparat intravenös bei, so sinkt der Blutdruck, und die Atmung wird verlangsamt und verflacht. Die Blutdrucksenkung wird durch Beeinflussung des vasomotorischen Zentrums hervorgerufen, das Herz leidet anscheinend gar nicht; eine peripherische Wirkung auf die Gefäße hat sich nicht nachweisen lassen. Die toxischen Wirkungen sind geringer als bei allen bisher bekannten Mitteln.

Dosis letal. pro Kilo Körpergewicht bei subkutaner Injektion

	Kokain	Stovain	Novokain
Kaninchen	0,05—0,1	0,15—0,17	0,35—0,4
Hund	0,05—0,07	0,15	0,25 (noch nicht tödlich)

bei intravenöser Injektion

	Kokain	Stovain	Novokain
Katze	0,018	0,025—0,05	0,15 (noch nicht tödlich)

Läwens (VIII, 353) Untersuchungen ergeben, daß die Funktion eines mit 5%iger Novokainlösung bis zur Unerregbarkeit vergifteten Nervenstamms nach Auswaschen des Medikaments schnell zurückkehrt.

Meine Prüfung des Mittels hatte folgende Ergebnisse:

1. 0,1prozentige isotonische Novokainlösung. Bildung einer Hautquaddel am Vorderarm. Die Injektion ist schmerzlos. Die Quaddel wird sofort anästhetisch. Die Anästhesie ist jedoch, ähnlich wie beim Tropakokain, von sehr kurzer Dauer, nach 3 bis 5 Minuten bereits kehrt die Sensibilität wieder zurück. Es entsteht keine Hyperämie. Die Quaddel verschwindet ohne Hinterlassung einer Spur.

2. 0,5- und 1prozentige Novokainlösung. Bildung von Hautquaddeln. Injektion schmerzlos. Dauer der Quaddelanästhesie 10, bzw. 15 Minuten. Die Quaddeln verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen. Keine Hyperämie.

3. 5- und 10prozentige Novokainlösung. Bildung von Hautquaddeln. Injektion bei 5% schmerzlos, bei 10% ganz geringer Reiz. Dauer der Quaddelanästhesie ungefähr 17, bzw. 27 Minuten. Sehr geringe Hyperämie der Injektionsstelle. Die Quaddeln verschwinden, ohne eine Spur, ein Infiltrat, eine empfindliche Stelle zu hinterlassen.

4. 1prozentige Novokainlösung. 1 ccm davon wird subkutan am Vorderarm in der Gegend des N. radialis superfic. injiziert. Die Haut über der Injektionsstelle zeigt kurze Zeit herabgesetzte Sensibilität. Ein deutlicher Einfluß auf die peripherischen Nervenverzweigungen läßt sich nicht erkennen.

5. 0,5prozentige Novokainlösung. Abschnürung des fünften Fingers mit Gummischlauch. Injektion von 1 ccm der Lösung zirkulär in das Unterhautzellgewebe des Grundgliedes des Fingers. Nach 11 Minuten ist der Finger bis an seine Spitze völlig gefühllos geworden. Abnahme des Gummischlauchs. Bereits fünf Minuten später kehrt die Sensibilität zurück. Der Versuchsfinger zeigt keinerlei nachträgliche Schwellung oder Empfindlichkeit.

Demnach haben wir es mit einem örtlichen Anästhetikum zu tun mit starker, jedoch im Vergleich zu anderen Mitteln flüchtiger Wirkung, ähnlich dem Tropakokain. Wir begegnen aber, zum erstenmal seit der Entdeckung des Eukains, wieder einem Anästhetikum mit geradezu idealer Reizlosigkeit. Auch 10%ige Lösungen des Mittels werden bei endermatischer Injektion resorbiert, ohne Spuren am Ort der Einverleibung zu hinterlassen. Eine peripherische Einwirkung auf Gefäße findet nicht statt, wie auch Biberfeld bemerkte. 10%ige Lösungen bewirken einen leichten Reizzustand mit geringer Hyperämie, wie ihn jede andere konzentrierte, hyperosmotische Salzlösung durch ihre physikalischen Eigenschaften ebenfalls verursacht.

Auf Grund dieser Untersuchungen habe ich (VIII, 344) mein Urteil dahin abgegeben, daß das Novokain für sich allein seiner nachher auch von Läwen experimentell bestätigten flüchtigen Wirkungen wegen nicht mit dem Kokain nach irgend einer Richtung werde konkurrieren können.

Weitere Untersuchungen und Erfahrungen haben nun gezeigt, daß nach Verdoppelung der vom Kokain gebräuchlichen Konzentration der Lösungen und unter gleichzeitiger Zuhilfenahme der im nächsten Kapitel zu besprechenden Hilfsmittel der Lokalanästhesie (Suprarenin) das Novokain bei Gewebsinjektionen ein ideales Anästhetikum ist, welches das Kokain bei dieser Art der Anwendung gänzlich überflüssig gemacht hat. In England haben Arnold, Struthers und Le Brocq, in Amerika McArthur, Schley u. a., in Rußland Spisharny das Mittel eingeführt. In Frankreich hat endlich auch die Schule Reclus' das Stovain verlassen und ist zum Novokain übergegangen. Nach einem ausführlichnn Bericht über die von ihm angestellten Versuche sagt Reclus' Schüler Piquand (I, 25): „Das Novokain erscheint zurzeit als das empfehlenswerteste Lokalanästhetikum. Seine außerordentlich geringe Giftigkeit gestattet, ohne Gefahr große Dosen einzuspritzen und komplizierte Operationen auszuführen, die sich nur schwer mit Kokain würden machen lassen. Trotz beträchtlicher anästhetischer Kraft hat es weder reizende, noch gefäßerweiternde Wirkungen. Der einzige Einwand, den man gegen das Novokain erheben könnte: die kurze Dauer der Anästhesie wird durch Hinzufügen kleiner Mengen von Adrenalin hinfällig. Dabei tritt eine beträchtliche Verlängerung und Verstärkung der Anästhesie auf, ohne daß die Giftigkeit des Mittels merklich gesteigert würde." Piquand bestätigt also das, was von mir im Jahre 1905 und von vielen anderen bereits im Experiment und in der Praxis festgestellt worden ist. In der Tat, dem Novokain und Suprarenin haben wir einen neuen Aufschwung der Lokalanästhesie und eine beträchtliche Erweiterung ihrer Anwendungsmöglichkeit in der Chirurgie zu verdanken. Für die Anästhesierung von Schleimhautoberflächen ist Novokain dagegen weniger geeignet. Es durchdringt dieselben augenscheinlich viel schwerer wie Kokain und manche andere Mittel.

Die schon S. 70 erwähnten Arbeiten von Gros (VII, 13—15) hatten das Ergebnis gehabt, daß die Basen der anästhesierenden Mittel stärker wirken wie ihre Salze, und ihre Salze um so stärker, je schwächer die in ihnen enthaltene Säure ist. Läwen (VIII, 401), der auf Grund dieser Arbeiten praktische Versuche anstellte, kam zu der Ansicht, daß eine Novokainbikarbonatlösung eine rascher eintretende und länger anhaltende Leitungsanästhesie hervorzurufen imstande sei, als Novokainchlorhydratlösung. Das später von Gros im Tierversuch als noch stärker wirksam befundene Novokainphosphat und Novokainborat ist praktisch nicht verwendbar wegen der sehr erheblichen Gewebsschädigung, welche diese Mittel verursachen.

Eine einheitliche Maximaldosis läßt sich natürlich für das Novokain ebensowenig angeben, wie für Kokain, Suprarenin und ähnliche Mittel. Denn die Toxizität des Mittels hängt fast ebensosehr von der Konzentration der angewendeten Lösung und von der Anwendungsform, wie von der Dosis ab. Für den chirurgischen Gebrauch kommt in der Regel nur ½%ige bis 2%ige Lösung in Frage. Die von verschiedenen Autoren, stets in Verbindung mit Suprarenin, gebrauchte Menge dieser Lösung ist folgende. Von 1%iger Lösung injiziert Nast-Kolb durchschnittlich 50 ccm, v. Lichtenberg 50—60 ccm, Axhausen geht bis 170 ccm, ja er hat 200 ccm (also 2,0 Novokain) verbraucht. Chaput hat 110 ccm injiziert. Von ½%iger Lösung verwendet Borchardt bis 150 ccm, Hesse bis 250 ccm. Wir selbst sind, nachdem wir die Unschädlichkeit des Mittels kennen gelernt hatten, mit der Dosierung immer weiter in die Höhe gegangen, verwenden im täglichen Gebrauch 100 bis 200 ccm ½%iger Lösung neben kleineren Mengen 1%iger Lösung, haben aber wiederholt auch schon 250 ccm (= 1,25 g) gebraucht.

Nebenwirkungen sind bei diesen Dosen, abgesehen von gelegentlichem Erbrechen, nicht beobachtet worden. Man soll aber nie vergessen, daß auch das Novokain ein Gift ist!

Über die Verwendung höher konzentrierter Novokainlösung ergibt sich folgendes. Von einer 20%igen Lösung injizierte Krecke versehentlich subkutan 2 ccm ohne Nebenwirkung. Dagegen traten bei Liebl (IX, 95) gelegentlich eines Selbstversuchs — er injizierte sich 0,75 ccm einer 10%igen Lösung in seinen Oberschenkel — nach fünf Minuten leichte Nebenwirkungen auf.

Sie bestanden in plötzlicher, eigentümlicher Wärme im ganzen Körper, besonders in der Lebergegend, leichter Übelkeit und Brechreiz, allgemeiner Unruhe. Puls und Gesichtsfarbe veränderten sich nicht. 2 Minuten später trat im linken Ohr etwas Taubheit hinzu. Die Akkommodation war beiderseits, besonders aber links, nur mit äußerster Energie möglich. Es bestanden Doppelbilder. 13 Minuten nach der Injektion links etwas stechender Kopfschmerz. 7 Minuten weiter Parästhesien im Radialisgebiet. Nach ½stündiger Unlustempfindung kehrte das normale Wohlbefinden zurück.

Lösungen von dieser Konzentration kommen für Gewebsinjektionen in der Chirurgie nicht in Betracht.

Typische Novokainvergiftungen habe ich, wie Läwen, bei Injektion von 20—25 ccm 2%iger Novokainlösung in den Sakralkanal gesehen. Sie bestanden im wesentlichen in Übelkeit und Schweißausbruch, starker Blässe des Gesichts, kleinem beschleunigten Puls, beschleunigter Atmung, wiederholtem Erbrechen, Oppressionsgefühl und Flimmern vor den Augen. Bei subkutaner Injektion gleicher Mengen

2%iger Lösungen sahen wir keine Nebenwirkungen. Bei sakraler Injektion lassen sie sich, wie Läwen und v. Gaza nachgewiesen haben, durch sehr langsame Injektion vermeiden. Die geringe Toxizität des Novokains wird am besten durch Läwens Versuche, die Nervenstämme der unteren Extremität zu unterbrechen, illustriert. Läwen brauchte Dosen bis zu 2,1 g Novokain. In den einzelnen Fällen wurden bei einem Kranken 20 ccm 4%iger Lösung, 20 ccm 2%iger Lösung, bis 50 ccm 1%iger Lösung oder größere Mengen ½%iger Lösung injiziert. Die Injektion wurde auf einen Zeitraum von 10—15 Minuten und mehr verteilt. In einzelnen Fällen haben sich dann aber doch Nebenwirkungen gezeigt.

Bei augenscheinlich hysterischen und nervösen Personen haben Zahnärzte gelegentlich Symptome der verschiedensten Art, angebliche sensible Dauerlähmungen, Schlummerzustände u. dgl. beobachtet, welche geeignet waren, Novokainvergiftungen vorzutäuschen. Fischer (XV, 92) hat solche zusammengestellt und kritisiert. Möller beschreibt ferner einen vom Zahnarzt Balzer beobachteten angeblichen Novokaintodesfall.

23jähriges Mädchen mit Periostitis am Unterkiefer. Injektion von 3 ccm einer etwas weniger wie 2%igen Novokainlösung mit Suprareninzusatz (Höchster Tablette B). Nach der Zahnextraktion fühlte sich die Kranke nicht wohl, ruhte 1½ Stunden, stand dann auf und unterhielt sich lebhaft. Nach weiteren 1½ Stunden legte sie sich wieder hin, weil sie noch immer etwas schwindlig war. 6 Stunden nach der Injektion verschlimmerte sich der Zustand, 8 Stunden nach der Injektion trat unter den Zeichen von Herzschwäche und Bewußtlosigkeit der Tod ein.

Fischer glaubt, daß es sich um eine akute Sepsis gehandelt habe, was möglich, aber nicht zu beweisen ist. Braun (bei Möller) meint, daß der Fall ohne Sektion, die nicht ausgeführt wurde, einer Kritik ganz unzugänglich sei, hält es aber für sehr unwahrscheinlich, daß ein Mittel, welches die Chirurgen in massigen Dosen ohne Nebenwirkungen anwenden, in so kleiner Menge den Tod verursacht haben könne.

Zwei sehr auffällige Beobachtungen werden von Claus mitgeteilt.

In dem einen Falle wurde bei einer jugendlichen weiblichen Person ein mit etwa 6 Tropfen einer 10%igen Novokainlösung und 3 Tropfen Adrenalinlösung getränkter Wattetampon in den unteren Nasengang eingelegt. Nach 20 Minuten wurde der Tampon entfernt und eine Ausspülung der Oberkieferhöhle vorgenommen. Im unmittelbaren Anschluß an diese Prozedur wurde die Kranke zyanotisch und ohnmächtig und starb an Herzlähmung. An den Organen wurde nichts Krankhaftes gefunden.

In einem zweiten Falle wurde wiederum bei einer 36jähr. Frau ein mit einigen Tropfen 10%iger Novokainlösung und Suprareninlösung befeuchteter Tampon in den unteren und mittleren Nasengang gelegt, außerdem wurde die untere Muschel und der untere Nasengang mit 10%iger Kokainlösung gepinselt. Als nun nach Eintritt der Anästhesie die Oberkieferhöhle punktiert und Luft eingeblasen wurde, kollabierte die Kranke und starb am Abend. Bei

der Sektion fanden sich zahlreiche Blutungen in der Herzmuskulatur und in der grauen Rinde des Groß- und Kleinhirns.

Daß es sich in diesen Fällen um akute Novokainvergiftungen gehandelt hat, wie Claus annimmt, ist um so schwerer zu glauben, als die schweren Erscheinungen sich nicht an die Applikation des Mittels, sondern an den folgenden Eingriff anschlossen, und Claus gleichzeitig zwei Fälle mitteilt, wo sich ebenfalls, aber ohne daß ein Anästhetikum gebraucht war, schwere Zustände (Zyanose und Dyspnöe in dem einen, eine Apoplexia cerebri im anderen Falle) an die Punktion der Oberkieferhöhle anschlossen.

Jedenfalls aber lehren alle solche Beobachtungen, daß auch der kleinste operative Eingriff, wie man es auch anstellen mag, beim Menschen zu gefährlichen Komplikationen führen kann, welche wahrscheinlich niemals durch eine einzige Ursache, sondern durch Kombination verschiedener und nicht immer aufzuklärender unglücklicher Umstände bedingt sind.

11. Andere Anästhetika.

Daß der Karbolsäure, welche zu den wenigen Stoffen gehört, für die die unverletzte Haut durchlässig ist, anästhesierende Eigenschaften innewohnen, war längst bekannt. So empfiehlt bereits Pirrie bei ausgedehnter Verbrennung Karbolsäurekompressen (Karbolsäure 1, Öl 6), wodurch nach 10 Minuten Schmerzlosigkeit eintrete. Van der Weyde bemerkt, daß man in Amerika seit langer Zeit Karbolsäure zur Beseitigung von Zahnschmerzen in hohlen Zähnen verwendet, und Rae teilt mit, daß heftig schmerzende Bienenstiche durch hypodermatische Injektion von Karbolsäure (1:100) sofort schmerzlos würden. Für chirurgische Zwecke wandten sie zuerst Bill und Smith an in Form von Umschlägen und Bepinselungen der Haut. Smith bepinselte die Haut des Vorderarms mit 85%iger Karbolsäurelösung; es entstand ein etwa eine Minute anhaltendes Brennen, und dann konnte man durch die ganze Dicke der Haut ohne jede Empfindung einen Schnitt führen. Auch bei Eröffnung oberflächlicher Panaritien wandte er sie als lokales Anästhetikum mit Erfolg an. Die Beobachtung unzweifelhaft lokalanästhesierender Wirkung in 1—3%iger, subkutan injizierter Lösung, deutlicher als bei Morphiumeinspritzungen, teilt auch der Bericht der k. k. Krankenanstalt Rudolfstiftung in Wien (1875, 1876, S. 293 bis 296) mit, und Caspari wendet 2%ige Karbolsäure zu subkutanen Injektionen mit angeblich sehr gutem Erfolge an. Endlich sei noch erwähnt, daß Walser sehr energische lokale Anästhesie durch Spray

mit 3%iger Karbollösung erhielt, ebenso empfiehlt Richardson als örtliches Anästhetikum Äther sulf. 75,0, Acid. carbol. 0,3 in Sprayform, wodurch eine weit intensivere Wirkung eintrete als bei reinem Schwefeläther, und Schleich betupft umschriebene Schleimhautstellen und in einer Operationswunde freiliegende Nervenstämme, die unempfindlich werden sollen, mit 5%iger Karbollösung. Über Phenylkokain s. S. 107. Die stark reizende Karbolsäure wird heute kaum noch als Lokalanästhetikum in Frage kommen, da wir für diesen Zweck besser geeignete Mittel kennen gelernt haben.

Außer den bisher erwähnten Substanzen sind nun noch einer großen Zahl anderer Mittel mit mehr oder weniger Recht örtlich anästhesierende Fähigkeiten zugesprochen worden. Über das Saponin ist S. 12 das nötige gesagt. Mays fand, daß Brucin, ein das Strychnin begleitende Alkaloid, in 5—20%iger Lösung, ähnlich wie Kokain, die Sensibilität der Kornea aufhebt. Seiss bestätigte diese Beobachtung und wendete das Mittel in 5%iger Lösung bei Furunkeln des Gehörgangs, bei suppurativer Entzündung des Mittelohrs, mitunter auch vor Einführung von Instrumenten in das Ohr an, wie er angibt, mit Erfolg. Weitere Erfahrungen über das Mittel liegen nicht vor.

Stenokarpin oder Gleditschin, ein angebliches Alkaloid aus den Blättern der Gleditschia triacanthus, sollte nach den Untersuchungen von Goodmann und Claiborne auf das Auge mydriatisch und lokalanästhesierend wirken. Indessen ist durch Novy der Nachweis erbracht worden, daß es sich um einen industriellen Humbug gehandelt hat, und daß die als 2%ige Gleditschinlösung vertriebene Flüssigkeit ein Gemenge von Kokainchlorhydrat, von Atropinsulfat und Salizylsäure gewesen ist. Das Vorhandensein eines Alkaloids in der Gleditschia wird überhaupt bestritten.

Lokalanästhesierende Eigenschaften fanden ferner Steinach und Panas bei Strophantin, letzterer auch beim Ouabain, Lewin beim Erythrophlaein, Rommel beim Erythrophlaein, Helleborin, Convallamarin, Adonidin, Graefe und Wolffberg beim Dionin, Buffalini beim Peronin, Bussenius und Müllerheim bei sehr zahlreichen anderen Substanzen, welche ebensowenig wie die eben genannten zur praktischen Anwendung geeignet sind wegen ihrer örtlich reizenden und die Gewebe schädigenden Nebenwirkungen und zum Teil, weil sie bereits in kleinster Dosis als schwere Gifte auf den Gesamtorganismus wirken. Das Erythrophlaein ist trotzdem vorübergehend praktisch versucht worden, hat im Jahre 1888 eine kleine Literatur entstehen lassen und gab Liebreich Veranlassung zur Aufstellung

des Paradoxon „Anaesthetica dolorosa“. Eine ebenso ephemere Literatur hat L. Championnière durch seine Empfehlung des Guajakols als Lokalanästhetikum hervorgerufen. Es ist, da es äußerst heftig reizt und bei Gewebsinjektionen Gangrän verursacht, durchaus ungeeignet für die Lokalanästhesie (Reclus). Desgleichen das von O'Followell dargestellte Guajazyl (Heinze). Antipyrinlösungen, welche zwar nach Heinzes Untersuchungen zu Gewebsinjektionen nicht verwendbar sind, werden von Lydston (10%ige Antipyrinlösung mit Zusatz von 1% Phenol) zur Anästhesierung der Schleimhaut der Blase und Harnröhre empfohlen. Kocher braucht zur Anästhesierung der Kehlkopfschleimhaut eine Lösung von 5% Kokain mit 5% Antipyrin und 1% Karbolsäure. Ephraim empfiehlt 2%ige Antipyrinlösung und 1%ige Lösung von Chinin. bimuriatic. carbamid. zur Anästhesierung der Schleimhäute der oberen Luftwege.

In neuerer Zeit sind bei einem von Dalma aus der indischen Pflanze Gasu-Basu dargestellten Alkaloid, Nerrozidin genannt, angeblich intensive örtlich anästhesierende Eigenschaften entdeckt worden. Etwas Weiteres, als was schon Dumont erwähnt, habe ich über dieses Mittel nicht erfahren können.

Endlich fand Magnani, daß das in der Yohimbeherinde enthaltene Alkaloid Yohimbin bei der Einträufelung in das Auge Anästhesie der Konjunktiva und Kornea hervorruft. Löwy und Müller haben das Mittel einer genaueren Untersuchung unterzogen. Sie fanden, daß es in 1%iger Lösung sowohl die Erregbarkeit als das Leitungsvermögen motorischer und sensibler Nervenbahnen (N. ischiadicus und vagus) herabzusetzen und aufzuheben vermag. Wie beim Kokain, werden die motorischen Nerven später betroffen als die sensiblen. Die Wirkung ist eine vorübergehende und macht normalem Verhalten Platz. Stärkere Reizerscheinungen haben sich nicht gezeigt. Das Yohimbin verdankt seine Aufnahme in den Arzneischatz bekanntlich seiner eigentümlichen Wirkung auf die männlichen Geschlechtsorgane, wo es Hyperämie und langdauernde Erektionen verursacht. Da nach Oberwarth schon 0,05 pro Kilo, subkutan gegeben, Kaninchen tötet, da ferner die erwähnten Nebenwirkungen beim Menschen schon bei einer Dosis von 5 mg sich zeigen, ist wohl große Vorsicht bei etwaiger praktischer Anwendung angezeigt.

Fassen wir nun unser Urteil über die verschiedenen Ersatzmittel des Kokains noch einmal zusammen, indem wir uns die Bedingungen klarmachen, die wir an solche Mittel stellen müssen.

1. Das Mittel muß, im Verhältnis zu seiner örtlich anästhesierenden Potenz, weniger toxisch sein wie Kokain. Die Feststellung einer absolut geringeren Toxizität genügt nicht, denn sie wird, wenn das Anästhesierungsvermögen des neuen Mittels geringer ist wie das des Kokains, wettgemacht durch die Notwendigkeit, größere Dosen zu verwenden. Alle bekannten Ersatzmittel erfüllen, abgesehen vielleicht vom Akoin, mehr oder weniger diese Forderung.

2. Das Mittel darf nicht den geringsten Reiz, nicht die geringste Gewebsschädigung verursachen, sondern muß, gleich dem Kokain, resorbiert werden, ohne Nachwirkungen am Ort der Applikation, Hyperämie störender Intensität, Entzündungen, Infiltrate oder gar Nekrosen zu hinterlassen. Nur dann sind wir zu der Annahme berechtigt, daß die Wundheilung nicht ungünstig beeinflußt wird und auch sonst kein Schaden entsteht. Stark sauer und stark alkalisch reagierende Mittel sind daher von vornherein ausgeschlossen, weil sie ausnahmslos örtliche Gewebsschädigungen verursachen. An dieser wichtigen zweiten Bedingung sind sehr viele Neuentdeckungen von anästhesierenden Mitteln gescheitert. Frei von Gewebsschädigung sind außer dem Kokain nur Tropakokain, Eukain und Novokain. Einige andere, wie Alypin, schädigen so wenig, daß sie für gewisse Anwendungsformen (Oberflächenapplikation auf Schleimhäute) wohl in Frage kommen.

3. Das Mittel muß wasserlöslich sein, seine Lösungen sollen einigermaßen beständig sein und sich auf einfache Weise sterilisieren lassen. Die Bedingung wird von allen Mitteln, vom Kokain nur teilweise erfüllt.

4. Das Mittel muß sich, worauf im nächsten Kapitel zurückzukommen ist, mit Suprarenin kombinieren lassen. Hier sei vorausgeschickt, daß diese Bedingung vollständig vom Kokain, Alypin und Novokain erfüllt wird, daß dagegen alle übrigen Mittel mehr oder weniger die Suprareninwirkung beeinträchtigen.

5. Bei bestimmten Anwendungsformen kommen noch andere Dinge in Frage. Zum Zweck der Applikation auf Schleimhautoberflächen muß ein Anästhetikum fähig sein, rapid in diese einzudringen. Davon ist sein Anästhesierungsvermögen in diesem Falle in erster Linie abhängig.

Demnach sind Novokain und Alypin die beiden Mittel, welche das Kokain, wenigstens in der Chirurgie, nahezu obsolet gemacht haben. Eukain wird nur noch wenig gebraucht und ist vom Novokain überflügelt, Tropakokain und Stovain benutzt man noch für die Lumbalanästhesie. Die übrigen Mittel werden zur Anästhesierung bei Operationen besser nicht verwendet, weil sie alle Nachteile und keinen einzigen Vorteil vor den erwähnten Mitteln besitzen.

8. Kapitel.

Weitere Hilfsmittel der Lokalanästhesie. Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtliche und toxische Wirkung örtlich anästhesierender Mittel.

Wenn örtlich anästhesierende Mittel auf lebende Gewebe einwirken, deren Vitalität, d. h. alle das Leben begleitenden, chemischen und physikalischen Umsetzungen, künstlich beeinträchtigt, deren Kreislauf gestört ist, so rufen sie eine weit intensivere und stabilere örtliche Vergiftung hervor als in Geweben mit ungehindertem, lebhaften Stoffwechsel und normaler Zirkulation. Diese Steigerung der örtlichen Wirkung erklärt sich, wie schon auf S. 64 angedeutet wurde, 1. aus der verlangsamten Resorption der Gifte vom Ort ihrer Applikation: sie bleiben alsdann länger daselbst liegen, ehe sie resorbiert werden, und können deshalb in verstärktem Maße örtliche Wirkungen entfalten. 2. Aus der Beeinträchtigung aller derjenigen Vorgänge, durch welche ein lebendiges Gewebe sich gegen das Eindringen fremdartiger Substanzen zu wehren vermag und nach erfolgter Vergiftung die Rückkehr in den Normalzustand erstrebt. Mit der Steigerung der örtlichen Wirkung muß nun eine Verminderung der allgemeinen Toxizität des Mittels verbunden sein, 1. wiederum, weil die Resorption des Giftes verlangsamt ist, und weil 2. mehr Gift als sonst zur Entfaltung örtlicher Wirkung verbraucht und damit der Resorption entzogen wird. Die Kenntnis von Mitteln, welche eine künstliche Herabsetzung oder Aufhebung der Vitalität ermöglichen und die Geschwindigkeit der parenchymatösen Resorption herabsetzen, ist daher für die Lokalanästhesie von der größten Bedeutung.

In gewissem Sinn gehört zu ihnen die Anwendung möglichst verdünnter Lösungen des Anästhetikums zur Gewebsinfiltration nach Schleich. Denn die in verdünnter Lösung auf ein größeres Gewebsgebiet gleichmäßig verteilte Dosis des Anästhetikums wird langsamer resorbiert, die örtliche Ausnutzung des allenthalben mit den Gewebselementen in direkten Kontakt gebrachten Mittels ist eine vollkommenere, als wenn die gleiche Dosis in konzentrierterer Form injiziert

wird. Die Verdünnung der Lösung erhöht aber auch die toxische und tödliche Dosis des Anästhetikums. Man kann also sagen, daß die Verdünnung seiner Lösungen die örtlichen Wirkungen des Mittels steigert, die toxischen mildert. Eine Verlangsamung der Resorption und damit eine gesteigerte örtliche und verminderte toxische Wirkung findet ferner statt, wenn ein Anästhetikum nicht in wässeriger, sondern in öliger Lösung zur Verwendung kommt. Denn die parenchymatöse Resorption öliger Lösungen erfolgt durch Vermittlung der Lymphbahnen weit langsamer als die Resorption wässeriger Lösungen, welche direkt in die Blutbahnen eindringen (vgl. S. 63 u. 108).

Legrand und Hartwig empfahlen, den zu Gewebsinjektionen bestimmten anästhesierenden Lösungen Gelatine hinzuzusetzen. Nach Klapp wird dadurch gleichfalls eine Resorptionsverzögerung hervorgerufen. Ich habe an Kokain-Gelatinelösungen eine Steigerung der örtlichen Kokainwirkung nicht nachzuweisen vermocht. Freilich waren diese Lösungen sehr sorgfältig sterilisiert, und nach Klapp verliert die Gelatine durch die Sterilisation ihre resorptionshemmende Eigenschaft, ist daher praktisch vorläufig in dieser Richtung nicht zu verwenden. Dagegen besitzen wir drei andere, in dem gedachten Sinne wirksame, sehr wichtige Hilfsmittel der Lokalanästhesie, die Beeinträchtigung oder Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Extremitäten oder durch Anwendung gefäßkontrahierender Substanzen (Suprarenin) und die Abkühlung der durch ein Lokalanästhetikum vergifteten Gewebe mittels des Äther- oder Chloräthylsprays. Wir wollen diese Mittel der Reihe nach betrachten.

1. Einfluß der mechanischen Unterbrechung des Blutstroms auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

Injiziert man in die Haut des Vorderarms einer Versuchsperson endermatisch, so daß eine Quaddel entsteht, eine kleine Quantität, zwei Teilstriche der Pravazschen Spritze eines in Wasser gelösten Farbstoffes, z. B. Eosin, so wird anfangs nur die Quaddel selbst gefärbt erscheinen, während nach einigen Minuten die sichtbare Färbung sich über einen mehr oder weniger großen Hautbezirk verbreitet, je nachdem die Farblösung mehr oder weniger konzentriert war. Der Farbstoff ist in die Umgebung diffundiert und hat eine örtliche Reaktion, Färbung der Gewebe, veranlaßt. Am anderen Arm der Versuchsperson wird gleichzeitig mit derselben Quantität der gleichen Farblösung eine Hautquaddel hergestellt, vor oder unmittelbar nach der Injektion wird

der Oberarm durch eine Gummibinde abgeschnürt. Es zeigt sich, daß der sichtbar sich färbende Hautbezirk am abgeschnürten Arm erheblich größer wird als am nicht abgeschnürten, der Farbstoff ist weiter und in größerer Menge in die Umgegend diffundiert. Es muß also ein Mehrverbrauch von Farbstoff am Ort der Applikation stattgefunden haben, und es muß weniger von ihm resorbiert worden sein.

Injiziert man in die Haut des Vorderarms einer Versuchsperson in gleicher Weise endermatisch eine 1%ige Kokainlösung, so entsteht eine für eine gewisse Zeit anästhetische Quaddel. War der Arm vor oder unmittelbar nach der Injektion abgeschnürt worden, so überschreitet die Anästhesie der Haut erheblich die Grenzen der Quaddel, was ohne Abschnürung nur bei Verwendung konzentrierterer Kokainlösungen zu erreichen war. Es hat also eine Steigerung der anästhesierenden Wirkung des Kokains stattgefunden, die nur durch einen Mehrverbrauch von Kokain am Ort der Applikation erklärt werden kann. Die einmal unempfindlich gewordenen Gewebe bleiben es zunächst, solange der Blutstrom unterbrochen ist, aber auch noch längere Zeit nach Entfernung der Gummibinde. Denn erst beim Zutritt des Blutes beginnen diejenigen reparativen Vorgänge, welche die allmähliche Rückkehr der Gewebe in den Normalzustand zur Folge haben. Es wurde schon oben darauf hingewiesen, daß dabei wahrscheinlich eine Zersetzung des Kokains stattfindet. Seit Cornings Arbeiten (1885) bildet die Eigenschaft der Esmarchschen Blutleere, bzw. der Abschnürung der Extremitäten, die örtliche Wirkung des Kokains und ähnlich wirkender Mittel zu steigern, ein wichtiges, überall bekanntes und gebrauchtes Hilfsmittel für die Lokalanästhesie. Daß bei sehr lange Zeit fortgesetzter und sehr fester Abschnürung einer Extremität die Sensibilität außerdem direkt durch die Unterbrechung des Stoffwechsels und die Kompression der Nervenstämme beeinträchtigt werden kann und muß, versteht sich von selbst.

Mit der gesteigerten örtlichen Wirkung und der Verzögerung der Resorption des Kokains durch die Abschnürung muß eine Verminderung seiner Toxizität verbunden sein.

Injiziert man bei zwei Kaninchen von gleichem Gewicht in ein Hinterbein je 0,1 pro Kilo Kokain in 10%iger Lösung, nachdem bei dem einen der Oberschenkel durch einen Gummischlauch fest abgeschnürt wurde, bei dem anderen nicht, so geht dieses letztere in der Regel unter heftigen Krämpfen nach einigen Minuten zugrunde, während bei dem zweiten sich keine Vergiftungserscheinungen bemerkbar machen. Löst man eine halbe Stunde später den Schlauch, so treten jetzt leichte

Vergiftungserscheinungen auf, welche aber den Tod des Tieres nicht veranlassen. Manchmal bleiben die Tiere überhaupt normal. Mir ist der typische Verlauf dieses auch schon von Kummer erwähnten Experiments lange bekannt, doch will ich damit nicht der Priorität Kohlhardts zu nahe treten, der, veranlaßt durch die Untersuchungen von Czylhartz und Donath über Strychninvergiftung bei Tieren, diesen Dingen zuerst systematisch nachgegangen ist. Er fand, daß die allgemeine Toxizität nach Injektion sonst tödlicher Kokainmengen in das abgeschnürte Bein eines Kaninchens um so weniger intensiv sich äußert und um so sicherer ganz verhindert werden kann, je länger der abschnürende Schlauch liegen blieb. Wurde er nach Ablauf einer Stunde oder später gelöst, so blieb meist jede Vergiftung aus. Diese Erscheinung findet in der mit der Abschnürung verbundenen Resorptionsverzögerung und dem vermehrten Kokainverbrauch am Ort der Injektion ihre ausreichende Erklärung. Denn es scheint nach den Untersuchungen von Kleine, daß die Resorption auch bei fester Abschnürung nicht völlig unterbrochen wird, sondern nur sehr langsam vor sich geht.

Wertvolle Untersuchungen über die parenchymatöse Resorption verdanken wir Klapp. Er benutzte die Eigenschaft einer örtlich indifferenten Substanz, des Milchzuckers, nach subkutaner Injektion schnell im Harn wiederzuerscheinen, zum Nachweis einer Beschleunigung oder Verzögerung der Resorption. Es gelang ihm, zahlenmäßig festzustellen, wie aktive Hyperämie die Resorptionsgeschwindigkeit beschleunigt, und wie selbst die lockere, lediglich zur Stauungshyperämie führende Umlegung einer Gummibinde um die Extremität, ja auch die einfache Elevation derselben die Resorption des in sie injizierten Milchzuckers verlangsamt. Beide Mittel, die Umlegung einer Stauungsbinde und die Elevation, haben daher, was sich sehr leicht nachweisen läßt, eine bedeutende Steigerung der örtlich anästhesierenden Potenz von Kokain und ähnlichen Mitteln zur Folge.

2. Einfluß intensiver Abkühlung der Gewebe auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

Ein zweites Mittel zur örtlichen Herabsetzung der Vitalität und Verzögerung der Resorption ist die intensive Abkühlung der Gewebe mittels des Äther- oder Chloräthylsprays. Die Anwendung desselben muß daher die örtliche Einwirkung von Arzneimitteln verstärken. In betreff der lokalanästhesierenden Mittel läßt sich dies leicht nachweisen. Auf Seite 106 ist auf die außerordentlich intensive und lang-

dauernde Anästhesie hingewiesen worden, welche bei Applikation von in Chloräthyl gelöstem basischen Kokain zustande kommt. Es handelt sich dabei nicht etwa um eine einfache Kombination der Kälteanästhesie mit der Kokainanästhesie, sondern um eine Steigerung der örtlichen Kokainvergiftung im abgekühlten Gewebe. Sie kann in der gleichen Weise beobachtet werden, wenn man eine Schleimhaut mit einer wässerigen Lösung von Kokainchlorhydrat bepinselt und dann gefrieren läßt. Die hierbei zuerst entstehende Kälteanästhesie geht schnell vorüber, eine sehr intensive Kokainanästhesie folgt nach einigen Minuten. Will man also Kokain- und Kälteanästhesie zweckmäßig kombinieren, so muß man zuerst die Schleimhaut abkühlen und kokainisieren oder den Kokainchloräthylstrahl anwenden, dann das Maximum der Kokainwirkung abwarten, nun zum zweitenmal abkühlen und jetzt operieren. Auch durch Quaddelprüfung läßt sich der Zusammenhang der Erscheinungen unschwer erkennen.

Versuch 1. Am Vorderarm einer Versuchsperson bildete ich nebeneinander mit Hilfe einer 0,5%igen Kokainlösung zwei Quaddeln, welche beide natürlich sofort anästhetisch waren. Die Hautstelle, auf der sich die erste befand, wurde unmittelbar nach der Injektion bis zur Eisbildung abgekühlt, bei der zweiten unterblieb diese Prozedur. Bei der letzteren kehrte die Sensibilität nach ungefähr 18 Minuten wieder, die Anästhesie blieb auf die Quaddel beschränkt. Bei der anderen, abgekühlten Quaddel betrug die Dauer der Anästhesie fast das Doppelte; fünf Minuten nach der Injektion, zu einer Zeit, wo die Kälteanästhesie längst geschwunden und die Haut stark hyperämisch geworden war, breitete sich die Anästhesie in der Umgebung der Quaddel aus, so daß ein Bezirk von der doppelten Größe der Quaddel unempfindlich wurde. Nach weiteren zehn Minuten verschwand diese sekundäre Anästhesie wieder. Das gleiche, aber nicht so ausgesprochen, geschieht, wenn man die Haut vorher gefrieren läßt und unmittelbar nachher die Injektion macht.

Versuch 2. Am Vorderarm einer anderen Versuchsperson injizierte ich an zwei nicht weit voneinander abliegenden Stellen subkutan je ½ ccm ½%ige Kokainlösung und ließ das eine Mal die Umgebung der Injektionsstelle gefrieren, das andere Mal nicht. Im ersten Fall wurde ein talergroßer Hautbezirk über dem mit der Kokainlösung infiltrierten subkutanen Zellgewebe für die Zeit von 20 Minuten anästhetisch, im zweiten Fall blieb diese Wirkung völlig aus.

In beiden Versuchen läßt sich eine sehr erhebliche Steigerung der Kokainwirkung durch die Abkühlung erkennen. Andere Lokalanästhetika zeigen dasselbe Verhalten. In der Praxis ist die Steigerung der Kokainwirkung durch gleichzeitige Anwendung des Äther- und Chloräthylsprays seit langer Zeit mit Nutzen verwendet worden, z. B. bei Zahnextraktionen von Wiener, Schleich und anderen. Schleich und Hackenbruch brauchen ja überhaupt die Kokainanästhesie in ausgedehntem Maßstabe in Verbindung mit dem Chloräthylspray. Es ist

aber wichtig, festzustellen, daß die anästhesierende Wirkung der Kälte mit der Kokainanästhesie nicht bloß direkt kombiniert werden kann, sondern daß in stark abgekühlten Geweben die Intensität und Dauer der durch Kokain und ähnliche Mittel zu erzielenden örtlichen Vergiftung der Gewebe eine bedeutende Steigerung erfährt, derart, daß das Anästhesierungsvermögen verdünnter Lösungen dem von konzentrierten Lösungen im nicht abgekühlten Gewebe gleichkommt. Die prinzipielle Betonung dieses Gesichtspunktes läßt mancherlei praktische Nutzanwendung zu.

Wenn starke Wärmeentziehung die Vitalität der Gewebe herabsetzt, die Resorption verlangsamt und deshalb örtliche Wirkungen von Arzneimitteln steigert, dann muß sie auch imstande sein, deren Allgemeinwirkungen zu vermindern oder zu verhüten.

Die den Praktikern längst bekannte und alltäglich therapeutisch verwertete Tatsache, daß Abkühlung die parenchymatöse Resorption verlangsamt, Temperaturerhöhung sie beschleunigt, wurde wiederum durch Klapps Milchzuckerversuche auf das schlagendste bewiesen. Den Einfluß der Abkühlung der Gewebe auf die Resorption und Allgemeinwirkung von Giften untersuchte von Kóssa, nachdem schon vorher Claude Bernard und L. Brunton darauf bezügliche Mitteilungen gemacht hatten.

Von Kóssa injizierte in die auf $+5^0$ bis $+7^0$ abgekühlten Ohren von Kaninchen subkutan Zyankalium, Strychnin und Pikrotoxin in Dosen, welche bei Kontrolltieren den Tod oder doch Vergiftungen schwerster Art veranlaßten. Bei dauernder Abkühlung der Injektionsstellen wurden die Gifte ohne das geringste Symptom vertragen, und wenn nach $1^1/_2$ Stunden die Abkühlung unterbrochen wurde, so blieb nunmehr die Vergiftung ganz aus. Das gleiche Verhalten läßt sich für Kokainlösungen leicht nachweisen.

Versuch 3. Kaninchen von 1450 g Gewicht. Die geschorene Rückenhaut wurde mit dem Ätherspray abgekühlt, hierauf subkutan 0,15=0,05 pro Kilo Kokain in 10%iger Lösung subkutan injiziert und die Injektionsstelle weiter durch einen mit Eis und Kochsalz gefüllten Eisbeutel abgekühlt. Es trat keine Vergiftung ein. Nach einer Stunde wurde die Abkühlung unterbrochen. 10 Minuten später zeigten sich leichte Vergiftungssymptome, Aufregung, Parese der Extremitäten. Bewußtlosigkeit und Krämpfe fehlten. Nach weiteren 15 Minuten verhielt sich das Tier wieder normal. Ein Kontrolltier, dem 0,05 Kokain pro Kilo in derselben Lösung unter die Rückenhaut injiziert worden war, bot nach 5 Minuten das bekannte Bild schwerer akuter Kokainvergiftung mit Krämpfen und Koma, erholte sich aber schnell wieder.

Versuch 4. Ein drittes Kaninchen blieb ebenfalls am Leben, allerdings nach

einer etwas schwereren Vergiftung, dem 0,1 pro Kilo Kokain in 30%iger Lösung unter die mit dem Eisbeutel abgekühlte geschorene Rückenhaut gespritzt worden war. Nach 17 Minuten zeigten sich Symptome von Vergiftung, worauf die Abkühlung unterbrochen wurde. Jetzt traten heftige Krämpfe mit folgendem Koma auf, das Tier erholte sich aber bald. 0,1 Kokain pro Kilo in 30%iger Lösung ist, subkutan injiziert, für das Kaninchen sonst eine absolut tödliche Dosis.

Besser ließen sich die Versuche in folgender Weise arrangieren. Von einer Kiste, in welche ein Kaninchen ungefähr hineinpaßt, wurde an der schmalen Seite ein Loch ausgesägt, durch welches das sorgfältig geschorene Hinterbein durchgesteckt und durch Anschlingen des Unterschenkels fixiert werden konnte. Unter das mit nasser Watte eingewickelte Bein wird eine Schale gestellt und nun das ganze Bein mit Eis umgeben.

Versuch 5. Kaninchen von 1800 g Gewicht.

10 Uhr 30 Min.: Beginn der Abkühlung des geschorenen linken Hinterbeins in der geschilderten Weise.

10 Uhr 40 Min.: Injektion von 0,18 Kokain in 20%iger Lösung subkutan in der Mitte des Oberschenkels, oberhalb der fixierenden Schlinge. Abkühlung der Injektionsstelle mit dem Ätherspray, dann Umhüllung des Beins mit nasser Watte und Eis. Es trat keine Vergiftung ein.

11 Uhr 40 Min. wurde die Abkühlung unterbrochen und das Tier freigelassen.

11 Uhr 45 Min. stellen sich leichte Vergiftungserscheinungen ein, Aufregung, Parese der Extremitäten; Bewußtlosigkeit und Krämpfe fehlten.

12 Uhr 5 Min.: Das Tier kann wieder springen und erholt sich schnell.

Kontrollversuch. Kaninchen von 1900 g Gewicht. Das Tier wurde in gleicher Weise gefesselt und in den geschorenen Oberschenkel subkutan 0,19 Kokain in 20%iger Lösung injiziert. Nach 5 Minuten heftige Krämpfe, 6 Minuten nach der Injektion Exitus letalis.

Die Versuche lassen mit genügender Deutlichkeit erkennen, daß aus abgekühlten Geweben infolge Herabsetzung der Vitalität derselben Kokain so langsam resorbiert wird, daß eine allgemeine Vergiftung nicht eintritt, solange die Abkühlung fortgesetzt wird, während sich die Symptome der Vergiftung sehr abgeschwächt zeigen, wenn nach längerer Zeit die Abkühlung unterbrochen wird.

Der Einfluß der Abkühlung auf die toxische Wirkung örtlich anästhesierender Mittel entbehrt zwar nicht des praktischen Interesses, soll aber, worauf ich besonders hinweisen möchte, niemand verleiten, die Lokalanästhetika mit geringerer Vorsicht als bisher anzuwenden.

3. Das Suprarenin (Adrenalin) und sein Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

Von einer ganz unerwarteten Seite, von der Organtherapie, ist der Chirurgie und besonders der Lokalanästhesie ein Mittel geboten worden, welches bei örtlicher Applikation die Blutgefäße zur Kontraktion bringt,

die Gewebe blutleer macht und ihre Vitalität herabsetzt, daher geeignet ist, die örtliche Einwirkung von Arzneimitteln zu steigern und ihre Allgemeinwirkung zu beschränken.

Wir wissen seit den grundlegenden Arbeiten Brown-Séquards, daß die Entfernung beider Nebennieren den Tod der Versuchstiere zur Folge hat, und das Ausbleiben dieser Folge nur durch das häufige Vorkommen akzessorischer Nebennieren zu erklären ist. Die Nebennieren gesunder Tiere, sowie die aus dem frischen oder getrockneten Organ bereiteten Extrakte enthalten einen toxischen Körper (Pellacani, 1879), welcher sehr eigenartige, pharmakologische Wirkungen entfaltet, wenn er Tieren oder dem Menschen in irgend einer Form einverleibt wird, und welchem bestimmte chemische Reaktionen zukommen, die zum Teil schon Vulpian 1856 beschrieben hat. Seine Lösungen, wie auch die frische Nebenniere, färben sich an der Luft schnell rot oder braun und nehmen bei Zusatz von Eisenchlorid eine grüne Farbe an, welche bei Zusatz von Alkalien und Halogenen wieder in rosa übergeht, Reaktionen, die denen des Brenzkatechins ähnlich sind.

Die von zahlreichen Forschern versuchte Isolierung des wirksamen Prinzips der Nebennieren wurde von von Fürth und Abel ihrer Lösung näher geführt. Beide stellten aus Nebennierenextrakt eine, aber nicht dieselbe Substanz mit den charakteristischen chemischen und physiologischen Reaktionen dar. Von Fürth nannte die seinige Suprarenin, Abel Epinephrin. Im Jahre 1901 gelang es dann Takamine und Aldrich unabhängig voneinander, dieselbe in kristallinischer Form zu gewinnen. Das Produkt wurde „Adrenalin“ genannt.

Von Fürth hat nachgewiesen, daß sein Suprarenin identisch ist mit dem Adrenalin. Das Suprarenin ist in reiner kristallinischer Form zuerst von der englischen Firma Parke, Davis & Co. in London unter dem Namen „Adrenalin“ fabrikmäßig hergestellt worden. Jetzt wird es von einer großen Zahl deutscher und ausländischer Fabriken teils in Substanz, teils in Form einer Lösung von 1:1000 unter den verschiedensten Namen (Adrenalin, Suprarenin, Eudrenal, Epirenan, Paranephrin, Tonogen usw.) in den Handel gebracht. Die Wirkung dieser Mittel ist im wesentlichen die gleiche, es handelt sich lediglich um Fabrikmarken derselben Substanz, die wir mit dem ihr von von Fürth gegebenen wissenschaftlichen Namen „Suprarenin“ bezeichnen wollen.

Das basische, reine Suprarenin stellt ein weißes oder leicht rötlich oder bräunlich gefärbtes kristallinisches Pulver dar, welches die

Eigenschaften eines Alkaloids besitzt. Es löst sich schwer in kaltem, leicht in heißem Wasser, verträgt Temperaturen von 100°, ohne sich zu zersetzen, und bildet mit Säuren Salze. Beim Versuch, das Mittel in Wasser zu lösen, färbt sich die Lösung sofort rot und braun, infolge einer Oxydation des Suprarenins durch den Sauerstoff der Luft. Im Vakuum hergestellte wässerige Lösungen sind klar und farblos.

Durch Zusatz von Salzsäure zum Lösungsmittel erhält man ebenfalls wasserklare, beständige und durch Kochen sterilisierbare Lösungen (Braun), während gegen Alkalien Suprarenin außerordentlich empfindlich ist. Synthetisch hergestelltes Suprarenin fabrizieren die Höchster Farbwerke.

Nachdem die chemische Konstitution des Organsuprarenins von Aldrich, Pauly und Stolz und Friedmann festgestellt worden war, gelang es den Chemikern der Höchster Farbwerke Stolz und Flaecher, aus dem Brenzkatechin zunächst suprareninähnliche Substanzen herzustellen. Sie besaßen gleich dem Organsuprarenin gefäßkontrahierende und blutdrucksteigernde Wirkung und zeigten auch sonst die gleichen pharmakologischen Eigenschaften wie dieses, nur in erheblich geringerer Intensität. Die ersten pharmakologischen Untersuchungen dieser Produkte wurden von Meyer und Loewi und von Biberfeld ausgeführt.

Am genauesten stimmte in chemischer und physiologischer Hinsicht das salzsaure Methylaminoäthanolbrenzkatechin mit dem Organsuprarenin überein. Aber auch dieses unterschied sich vom Organsuprarenin noch durch eine etwa um die Hälfte geringere physiologische Wirksamkeit. Außerdem fand sich noch ein anderer, physikalischer Unterschied zwischen beiden. Das Organsuprarenin ist bei der Untersuchung im polarisierten Licht optisch linksdrehend, das eben erwähnte synthetisch dargestellte Suprarenin ist dagegen optisch inaktiv; es stellt nach chemischer Nomenklatur die sogenannte Racemform vor.

Wiederum war es Flaecher, dem es gelang, dies optisch inaktive synthetische Suprarenin in eine optisch rechtsdrehende (dextrogyre) und in eine gleich dem Organsuprarenin linksdrehende (lävogyre) Komponente zu zerlegen. Man bezeichnet diese beiden Komponenten als D-Suprarenin und L-Suprarenin.

Dies letztere Produkt, das synthetische L-Suprarenin, ist, wie die Untersuchungen von Cushny, Abderhalden, Müller, Thies, Slavu ergeben haben, auch pharmakologisch mit dem Organsuprarenin identisch.

Ich habe die synthetischen Präparate der Höchster Farbwerke im Laufe der letzten Jahre fast ausnahmslos daraufhin geprüft, ob ihre gefäßkontrahierende Wirkung das Organsuprarenin ersetzen kann, zuerst die älteren, als „Homorenon“ und „Arterenol“ bezeichneten Produkte. Sie waren wohl brauchbar, wenn man größere Dosen wie vom Organsuprarenin anwendete. Sie waren jedoch für sich und in Verbindung mit Novokain nicht haltbar, und hauptsächlich deshalb verließen wir sie wieder und kehrten zum Organsuprarenin zurück. Ich bin dann mit einigem Mißtrauen an die Prüfung der neuen Produkte gegangen. Das D-Suprarenin zeigte sehr geringe gefäßkontrahierende Wirkung bei Operationen und war deshalb nicht brauchbar. Das L-Suprarenin dagegen, welches jetzt unter dem Namen „synthetisches Suprarenin“ in den Handel kommt, verdient

auch diesen Namen. Wir wenden es seit langer Zeit in der gleichen Form und in den gleichen Dosen wie bisher das Organsuprarenin an und haben keinen Unterschied in der Wirkung finden können. Unser Testobjekt bei derartigen Prüfungen pflegt die Radikaloperation des doppelseitigen Leistenbruches zu sein. Wir anästhesierten die eine Seite mit unserer gewohnten Novokainlösung, die eine bestimmte Menge Organsuprarenin enthielt, die andere Seite mit der gleichen Menge Novokainlösung, welche die gleiche Menge des zu prüfenden Präparates enthielt. So waren wir in der Lage, beim ersten Versuch die Identität des „synthetischen L-Suprarenins" mit dem Organsuprarenin zu erkennen.

Für die Praxis ist dieses Ergebnis jahrelanger Arbeiten der deutschen chemischen Industrie keineswegs ohne Bedeutung. Denn die Reinheit und Gleichmäßigkeit eines synthetischen Präparates kann weit besser garantiert werden, als die eines aus den Organen von Schlachttieren hergestellten Präparates.

Die auffallendste Wirkung des Nebennierensaftes oder -extraktes besteht in einer vorübergehenden Steigerung des Blutdrucks; unglaublich kleine Dosen (nach Moore und Purinton beim Hund pro Kilo 0,000000245 bis 0,000024 des Extrakts) genügen, um sie hervortreten zu lassen. Die Ursache dieser Blutdrucksteigerung ist darin zu sehen, daß das Mittel einmal die Herztätigkeit direkt steigert (Gottlieb, Hedboom, Schäfer), und daß es ferner die Arterien und Kapillaren des Körpers zur Kontraktion bringt. In ähnlicher Weise wird auch die glatte Muskulatur anderer Organe beeinflußt. Jacoby, Boruttau und Pal konstatierten nach intravenöser Einführung von Nebennierenextrakt Stillstand der Darmperistaltik, nach Lewandowski wirkt Nebennierenextrakt, intravenös oder subkutan injiziert, kontraktionserregend auf die glatte Muskulatur der Haut, so daß z. B. beim Igel sich die Stacheln senkrecht in die Höhe richten, und bei Katzen die Haare sich sträuben. Nach Schäfer endlich besitzt Nebennierenextrakt die Fähigkeit, die Muskulatur des Uterus zur Zusammenziehung zu bringen. In großen Dosen gegeben, wirkt das Mittel als schweres Gift und tötet die Versuchstiere nach kurzer Zeit unter lähmungsartigen Symptomen und starker Blutdruckerniedrigung, welche der Blutdrucksteigerung folgt. Cybulski fand, daß 1 ccm einer 10%igen Lösung des Extrakts, intravenös injiziert, bei Kaninchen bald den Tod des Tieres veranlaßt, daß aber die gleiche Dosis ohne Störung vertragen wird, wenn sie 10—20 mal mehr verdünnt war. Der Urin enthält schon 15 Minuten nach subkutaner Injektion die wirksame Substanz (Cybulski, Bardier und Frenkel), bei sehr großen tödlichen Dosen sahen Blum und Zuelzer regelmäßig Glykosurie auftreten.

Die Frage, ob die Wirkung des Mittels auf die glatte Muskulatur,

im besonderen auf diejenige der Blutgefäße, indirekt zentralen oder direkt peripheren Ursprungs sei, wurde im letzteren Sinne entschieden. Denn Biedl sah an ausgeschnittenen überlebenden Organen (Niere, Extremität), durch welche er mit Nebennierenextrakt versetztes Blut strömen ließ, eine derartige Verengerung der Blutgefäße eintreten, daß der Ausfluß aus der Vene völlig sistierte. Hedboom und Schäfer wiesen auch am Herzen die direkt erregende Einwirkung des Mittels nach. Das ausgeschnittene Säugetierherz, das seine Tätigkeit bereits eingestellt hatte, begann wieder zu schlagen unter dem Einfluß des Nebennierenextrakts. Endlich wurde von Bates, Dor, Darier und Königstein die Beobachtung gemacht, daß bei Einträufelung des Extrakts in die Konjunktiva die Gefäße sich zusammenziehen, so daß das Gewebe blutleer wird. An anderen Schleimhäuten wurde dasselbe gefunden, und Velich sah, daß unter der örtlichen Einwirkung von Nebennierenextrakt granulierende Wundflächen bei Menschen und Tieren, ferner die durch Ekzem und Verbrennung lädierte Haut anämisch wurden. Die Gefäßkontraktion ist also ein peripherer Effekt.

Von Interesse ist, daß die Blutgefäße verschiedener Organe verschieden stark auf Suprarenin reagieren. Es wirkt stark auf die Gefäße der Haut, weniger stark auf diejenigen des Magens, Darms und der Blase, gar nicht auf die Lungengefäße (Langley, Brodie und Dixon). Auf die Koronargefäße wirkt es nicht kontrahierend, sondern dilatierend (Langendorff). Läwen stellte fest, daß das in Aktion getretene Suprarenin von der lebenden Gefäßwand zerstört wird. Es findet also eine Entgiftung des mit Suprarenin vergifteten Körpers statt.

Die anämisierende Eigenschaft des Nebennierenextrakts fand zunächst namentlich auf dem Gebiet der Laryngologie und Rhinologie therapeutische Verwendung zur Blutstillung bei Operationen und anderweitigen Blutungen (Swain, Moure und Brindel, Harmer, Rode, Rosenberg). Wird Suprarenin in Lösung von 1:1000 bis 1:5000 auf die Schleimhaut der Nase oder des Kehlkopfes appliziert, so schwillt dieselbe sofort ab, verliert ihre Turgeszenz, so daß die Höhlen und Nebenhöhlen besser zugänglich werden, sie wird grau und vollkommen blutleer, so daß beim Einschneiden kein Tropfen Blut herausfließt und Operationen ohne Blutung ausgeführt werden können. Lermoyez nannte das Mittel deshalb das „Alkaloid der Esmarchschen Blutleere". Die noch weit auffallenderen Erscheinungen bei subkutaner Injektion von Suprareninlösungen sind von mir zunächst an mir selbst und gesunden Versuchspersonen, dann im alltäglichen Gebrauch bei Operationen studiert worden. Es zeigte sich, daß Gewebe, welche mit

einer Suprareninlösung von 1:1000000 reichlich, nach Schleichscher Manier durchtränkt worden sind, nach einigen Minuten blutleer werden. Es fehlt bei der Durchtrennung solcher Gewebe jede parenchymatöse Blutung, während Arterien und Venen größeren Kalibers schwach bluten. Wenn stärker konzentrierte Suprareninlösungen injiziert werden, so vermögen sich selbst Arterien größeren Kalibers, wie z. B. die Fingerarterien, bis zum vollständigen Verschluß ihres Lumens zu kontrahieren. Man ist daher in der Lage, mittels Suprarenin eine langdauernde Blutleere umschriebener Gewebsbezirke zu erzeugen, welche derjenigen bei der Esmarchschen Konstriktion manchmal nicht nachsteht. Dies ist die eine Seite, nach der hin das Suprarenin Bedeutung für die Chirurgie erlangt hat. Wir können jetzt fast alle Operationen, wo es erforderlich oder bequem ist, ohne Blutung machen, wie bisher nur an den Extremitäten möglich war. Dieser Zweck wird durch außerordentlich kleine Suprarenindosen erreicht. Zur Injektion dient Kochsalzlösung, welcher auf 100 ccm fünf Tropfen einer 0,1%igen Suprareninlösung zugesetzt sind. Sie enthält das Mittel in einer Verdünnung von ungefähr 1:600000. Bruchteile eines Milligramms Suprarenin genügen, um auch das größte Operationsfeld blutleer zu machen, wenn das Mittel durch reichliche Injektion sehr verdünnter Lösungen gleichmäßig in den Geweben verteilt wird. Es ist nicht nötig, das Operationsfeld selbst mit Suprareninlösung zu durchtränken. Es wird vielmehr auch dann blutleer, wenn man die Gewebe mit Suprareninlösung durchtränkt, welche das Operationsfeld ringsum begrenzen und die blutzuführenden Gefäße enthalten. Die Injektionstechnik ist die gleiche, wie sie später für die Anästhesierung abgegrenzter Operationsfelder geschildert werden wird. B. Müller hat kürzlich auf den Wert der Suprareninanämie bei Operationen an parenchymatösen Organen, wie Leber und Niere, hingewiesen. Für die menschliche Leber sind seine Beobachtungen nicht zutreffend. Ich habe wiederholt bei Cholezystektomien und Leberverletzungen die Leber mit Suprareninlösung infiltriert, ohne daß die Blutung sich vermindert hätte. Dies ist auch gar nicht zu erwarten, da sie aus den starren, nicht kontraktionsfähigen Lebervenen stammt.

Die blutstillende Eigenschaft des Nebennierensaftes von Schlachttieren ist übrigens dem Volk längst bekannt gewesen. Wenigstens ist es im Leipziger Schlachthof nach alter Überlieferung üblich, daß die Schlächter, wenn sie sich verletzt haben, den ausgepreßten Saft der Nebenniere des geschlachteten Tieres zur Blutstillung in die Wunde bringen.

Auf seiner anämisierenden Wirkung beruht auch die Bedeutung des Suprarenins für die Lokalanästhesie. Suprarenin ist zwar an sich

kein Anästhetikum, aber die örtliche Wirkung anderer Arzneimittel wird intensiver in Geweben, welche unter seinem Einfluß stehen. Darauf bezügliche Beobachtungen wurden wiederum zuerst von Augenärzten, von Dor, Darier, Königstein, Lichtwitz, Landolt u. a. gemacht. Sie bemerkten, wie Kokain, Holokain, Atropin, Eserin und andere Medikamente auf die Konjunktiva und das Auge nach Zusatz von Nebennierenextrakt, oder wenn derselbe vorher eingeträufelt worden war, wesentlich stärker wirkten als ohne dies Hilfsmittel. Von Rhinologen und Laryngologen (Swain, Bukofzer, Rode u. a.) wurde diese Erfahrung speziell für das Kokain bestätigt. Die Bedeutung des Nebennierenextrakts für die Lokalanästhesie bei Zahnextraktionen, wo er zunächst auch nur als Blutstillungsmittel gebraucht worden war (Carpenter), erkannten Peters, Minter, Battier, Nevrezé und Möller. Die Ergebnisse eingehender, im Jahre 1902 vorgenommener experimenteller und praktischer Versuche mit Suprarenin veranlaßten mich (IX, 22), dasselbe als ein außerordentlich wertvolles Hilfsmittel auf allen Gebieten der Lokalanästhesie zu empfehlen.

Es zeigte sich, daß der Zusatz sehr kleiner Mengen von Suprarenin die örtlich anästhesierende Fähigkeit von Kokainlösungen enorm steigert, derart, daß verdünnte Kokainlösungen nun stärker wirkten wie konzentrierte Lösungen ohne den Zusatz, Gewebe, in welche sie injiziert wurden, weit über das Gebiet der direkten Infiltration gefühllos machten, und die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen, bei gemischten Nerven auch diejenige der gegen Kokain allein viel weniger empfindlichen motorischen Bahnen, unterbrachen. Gleichzeitig wird die Dauer der Kokainanästhesie meist auf Stunden verlängert.

Die Ausbreitung der Gewebsanämie und Anästhesie ist voneinander unabhängig. Die erste wird lediglich bestimmt durch den Suprareningehalt, die letztere durch den Kokaingehalt der Lösung.

Weitere Untersuchungen betrafen das Verhalten von Eukain-B und Tropakokain bei Suprareninzusatz. Es zeigte sich, daß sowohl Eukain wie Tropakokain die gefäßverengernde Eigenschaft des Suprarenins beeinträchtigt, ganz besonders aber das Tropakokain, wie schon von Rode bemerkt worden ist. Die anästhesierende Wirkung von Eukain wird daher durch Suprareninzusatz nicht in demselben Maße gesteigert wie die Kokainwirkung, der Zusatz von Suprarenin zu Tropakokainlösungen hat wenig Zweck. Den Einfluß der drei Mittel auf Suprarenin zeigen sehr anschaulich die Kurven Läwens.

Läwen durchströmte mittels einer in die Aorta eingebundenen Kanüle die Hinterextremitäten von Eskulenten mit einer unter konstantem Druck stehenden

Spülflüssigkeit, die in Tropfenform aus der Vena cava wieder herauslief. Die Ausflußgeschwindigkeit, die bei gleichem Druck durch die Gefäßweite bestimmt wird, wurde durch die Zahl der Tropfen in der Minute gemessen. Fig. 6 zeigt die Ergebnisse einiger seiner Versuche. Die Abszisse gibt die Versuchszeit in Minuten, die Ordinate die Ausflußgeschwindigkeit (Tropfen in der Minute). Der Anschaulichkeit wegen habe ich Läwens Zahlen stets auf eine normale Anfangstropfenzahl von 100 in der Minute umgerechnet. Die Pfeile zeigen den Moment an, wo die Durchströmung mit der differenten Versuchslösung begann.

Kurve A: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin in 10 ccm indifferenter Flüssigkeit (Ringersche Flüssigkeit mit Zusatz von 1 % Gummi).

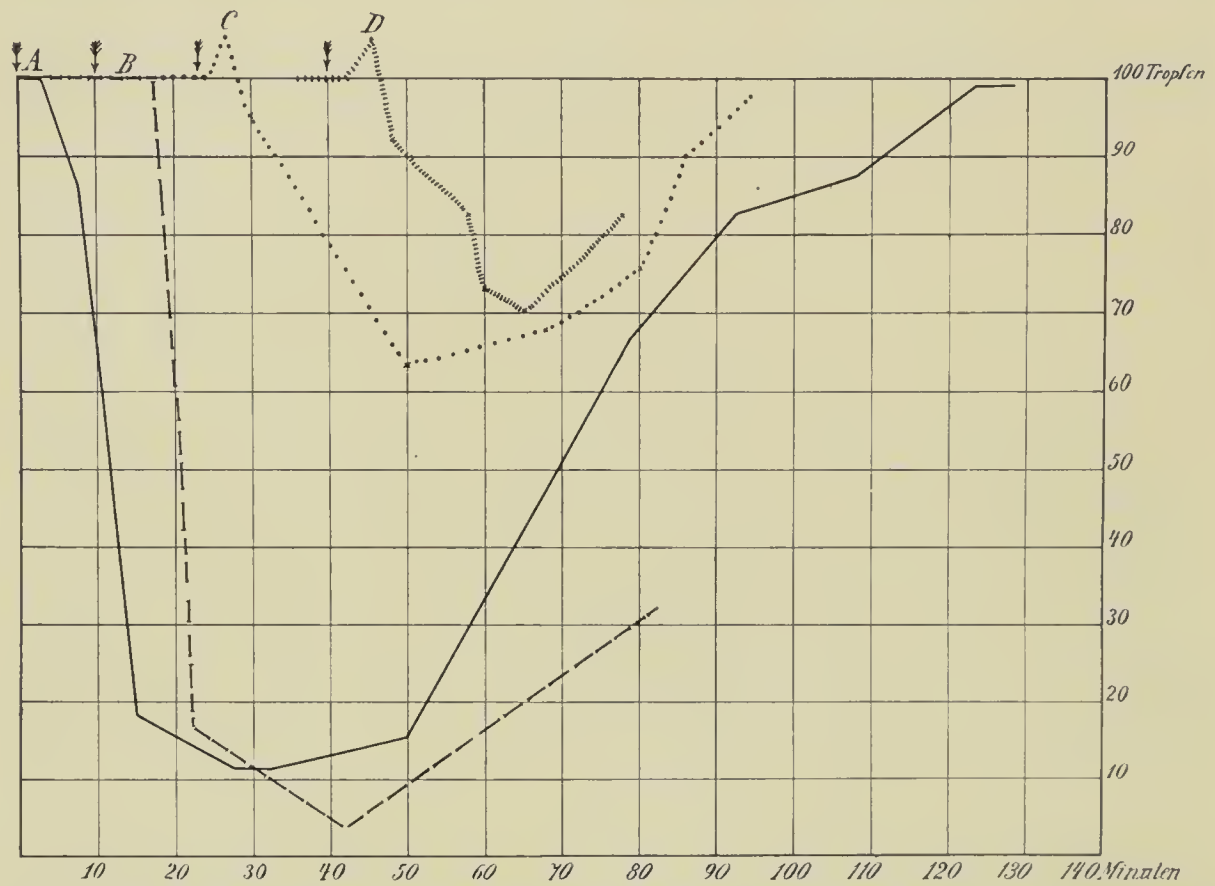


Fig. 6. Einfluß der Anästhetika auf die gefäßkontrahierende Wirkung des Suprarenins. Nach Läwen. *A* Suprarenin. *B* Suprarenin mit Kokain. *C* Suprarenin mit Eukain. *D* Suprarenin mit Tropakokain.

Die Tropfenzahl sinkt rasch von 100 auf 11, um dann bei Durchströmung mit Ringerscher Flüssigkeit allmählich wieder zur Norm zurückzukehren. Bei Durchspülung mit reiner Kokainlösung zeigte sich die merkwürdige, schon von Kobert und Brodie und Dixon festgestellte Tatsache, daß Kokain allein bei derartigen Durchströmungsversuchen überhaupt keine Gefäßkontraktion hervorruft.

Kurve B: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Kokain in 10 ccm Ringerscher Flüssigkeit. Die Ausflußgeschwindigkeit fällt schnell von 100 auf 3 Tropfen, um dann bei Durchströmung mit indifferenter Flüssigkeit wieder anzusteigen.

Kurve C: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Eukain-B in 10 ccm Ringerscher Lösung. Die Ausflußgeschwindigkeit sinkt von 100 auf 63 Tropfen in der Minute.

Kurve D: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Tropakokain in 10 ccm Ringerscher Lösung. Die Ausflußgeschwindigkeit sinkt von 100 auf 70 Tropfen in der Minute.

Man sieht also, wie allein das Kokain die gefäßverengernde Eigenschaft des Suprarenins nicht beeinträchtigt. Die übrigen Anästhetika (Holokain, Akoin, Nirvanin, Subkutin) in Verbindung mit Suprarenin sind von Recke untersucht worden. Bei allen findet zwar eine Steigerung ihrer anästhesierenden Potenz durch Suprareninzusatz statt, dieselbe ist aber gering gegenüber dem Verhalten einer Kokain-Suprareninmischung. Stovain verhält sich ebenso, die Stovainanästhesie wird durch Suprarenin nur verhältnismäßig wenig gesteigert. Ausgezeichnet lassen sich dagegen die beiden neuen Mittel Alypin und Novokain mit Suprarenin kombinieren. Hierüber geben die folgenden Versuche Aufschluß, welche zu vergleichen sind mit den auf S. 134 und 137 mitgeteilten.

1. Zu 100 ccm der 0,1prozentigen Alypinlösung werden fünf Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt. Bildung einer Hautquaddel. Die Injektion ist schmerzhaft. Es entsteht keine Hyperämie. Die Suprareninanämie kommt vielmehr zum vollen Ausdruck. Die weiße Quaddel liegt innerhalb eines um das Vielfache größeren weißen Flecks. Die Anästhesie der Quaddel hält ungefähr zwei Stunden an, dann kehrt die Sensibilität allmählich zurück. An der Injektionsstelle bleibt bis zum nächsten Tag ein hyperämisches Infiltrat zurück.

2. ½ prozentige Alypinlösung mit Zusatz von 0,8 % Kochsalz. 1 ccm dieser Lösung wird, nachdem ihm ein Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt ist, zirkulär im Unterhautzellgewebe am Grundgliede des vierten Fingers verteilt. Die Injektion ist schmerzhaft. Nach Ablauf von zehn Minuten ist der Finger bis an seine Spitze völlig anästhetisch geworden. Nach zwei Stunden beginnt die Sensibilität allmählich wiederzukehren, nach ungefähr drei Stunden ist sie überall wieder normal. Das Fingergrundglied bleibt mehrere Tage infiltriert, gerötet und schmerzhaft. ½prozentige Kokain- oder Eukainlösung mit dem gleichen Suprareninzusatz zeigt diese letztere Erscheinung nicht.

3. 0,1prozentige isotonische Novokainlösung. Zu 100 ccm derselben werden fünf Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt. Bildung von Hautquaddeln am Vorderarm. Injektion schmerzlos. Sehr starke Anämie. Die Dauer der Quaddelanästhesie beträgt mehr als eine Stunde. Keinerlei Reaktion.

4. 1prozentige Novokainlösung, der auf je 1 ccm zwei Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt sind. Bildung von Quaddeln am Vorderarm. Injektion schmerzlos. Dauer der die Quaddelgrenzen weit überschreitenden Anästhesie ungefähr vier Stunden. Die Suprareninwirkung ist überaus stark.

Nach dem Abklingen der Suprareninanämie entsteht etwas Nachschmerz an der Injektionsstelle, sonst keine Reaktion.

5. ½ ccm der gleichen Novokain-Suprareninlösung wird subkutan am Vorderarm injiziert. Die Haut über der Injektionsstelle sowie im Verlauf der getroffenen sensiblen Nerven wird für zweieinhalb bis drei Stunden gefühllos. Sehr starke Suprareninwirkung. Keine Reaktion.

6. ½ prozentige Novokainlösung mit Zusatz von einem Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zu jedem Kubikzentimeter. 1 ccm dieser Lösung wird subkutan zirkulär in das Grundglied des vierten Fingers injiziert. Nach zehn Minuten ist der Finger total gefühllos und anämisch geworden. Nach 65 Minuten beginnt an der Fingerspitze die Sensibilität wiederzukehren. Bis zu ihrer völligen Rückkehr vergeht eine weitere Stunde. Kein Nachschmerz oder nachträgliche Schwellung des Fingers.

Es zeigt sich also, daß das Anästhesierungsvermögen der beiden Mittel durch den Suprareninzusatz enorm gesteigert wird. Für das Novokain hat das die außergewöhnliche Bedeutung, daß das Mittel erst durch diesen Zusatz zu einem brauchbaren Anästhetikum gemacht wird, da seine örtliche Wirkung ohne den Zusatz zu flüchtig ist.

Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß die Ursache des Einflusses des Suprarenins und der suprareninhaltigen Nebennierenextrakte auf die örtliche Wirkung lokaler Anästhetika dieselbe ist, welche auch bei Abschnürung der Extremitäten und Abkühlung der Gewebe eine Steigerung der örtlich anästhesierenden Potenz dieser Mittel bedingt: die Herabsetzung der Vitalität der Gewebe durch das dieselben vorübergehend fast völlig blutleer machende Suprarenin und die damit verbundene Verzögerung der Resorption des Mittels.

Den strikten Nachweis, daß die Resorption aus den unter der Einwirkung von Suprarenin stehenden Geweben bedeutend verlangsamt ist, und gleichzeitig ein anschauliches Bild über den Resorptionsverlauf bei Anwendung kleinster Dosen des Mittels liefern die Untersuchungen Klapps. Einer seiner Versuche mag hier wiedergegeben werden.

Einem Hund wurden 10 ccm 6,5%ige Milchzuckerlösung subkutan unter die Rückenhaut injiziert und von Stunde zu Stunde die durch den Harn ausgeschiedenen Zuckermengen bestimmt. Drei Tage später wurde die gleiche Menge derselben Lösung mit Zusatz von zwei Tropfen einer Adrenalinlösung von 1 : 1000 injiziert und in gleicher Weise die Ausscheidung bestimmt.

In Fig. 7 sind auf der Horizontalen die Stunden, auf der Vertikalen die ausgeschiedenen Zuckermengen in Gramm bezeichnet. Die ausgezogene Kurve gibt die Verhältnisse für den ersten Versuch ohne Adrenalin wieder. Die Zuckerausscheidung beginnt sofort, erreicht in der 1. Stunde bereits ihr Maximum, um dann langsam abzufallen und in der 6. Stunde aufzuhören. Die gesamte, im Harn nachweisbare Zuckermenge betrug 0,569 g. — Die punktierte Kurve veranschaulicht das Ergebnis des zweiten Versuchs, wo die Resorption durch den

Adrenalinzusatz verändert ist. In der 1. Stunde war kein Zucker im Harn nachweisbar, die Ausscheidung begann erst in der 2. Stunde, erreichte erst in der 5. Stunde ein Maximum, wesentlich niedriger als im ersten Versuch. Noch in der 8. Stunde nach der Injektion wurde Zucker ausgeschieden. Die Gesamtausscheidung betrug 0,343 g.

So erklärt sich also die bei Anwendung von Suprarenin zu beobachtende Steigerung der örtlichen Wirkung anderer Mittel durch die Verzögerung der parenchymatösen Resorption derselben.

Es lag daher die Vermutung nahe, daß bei gleichzeitiger Anwendung von Suprarenin und Kokain dessen toxische Wirkung abgeschwächt werden müsse. Eine Verzögerung der Resorption muß ja in diesem Sinn wirken. Freilich lagen die Verhältnisse doch noch

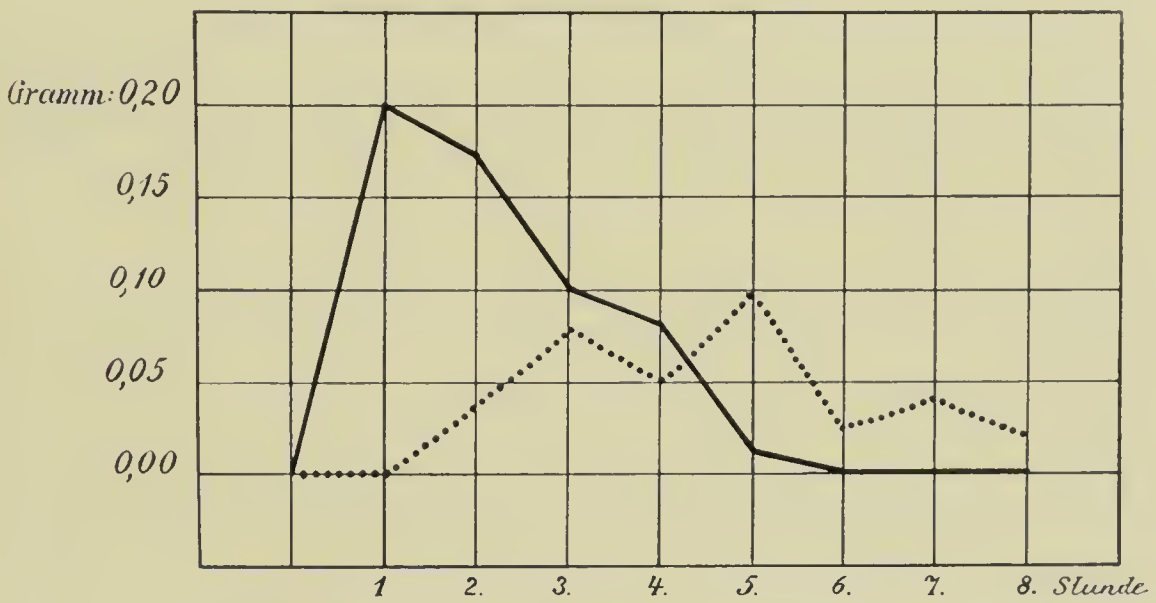


Fig. 7.
Zuckerausscheidung im Harn, —— ohne, ... mit Suprarenin. Nach Klapp.

anders als bei einer durch physikalische Ursachen hervorgerufenen Resorptionsverzögerung. Denn man führt außer dem Kokain noch ein zweites, toxisch wirkendes Mittel in den Körper ein, und es konnte sehr wohl der Fall sein, daß beide zusammen, wenn sie resorbiert werden, gerade besonders giftig wirken. Das ist nun durchaus nicht der Fall. Daß die Kokaintoxizität vielmehr bei gleichzeitiger Anwendung von Suprarenin herabgesetzt wird, hatten Moure und Brindel in der rhinolaryngologischen Praxis bereits beobachtet. Ich konnte das gleiche auch im zweckmäßig angeordneten Tierversuch erkennen, wenn ich in das Unterhautzellgewebe zuerst Suprarenin injizierte, dann abwartete, bis die Suprareninwirkung ihren Höhepunkt erreicht hatte, und nun, einige Minuten später, in die blutleer gewordenen Gewebe Kokain in-

jizierte. Die Allgemeinwirkung toxischer Kokaindosen erwies sich dann nicht bloß verzögert, sondern auch gemildert (IX, 22).

Diese Erscheinung schien in Versuchen von Dönitz noch viel auffallender hervorzutreten, wenn er die Wirkung reiner Kokainlösung mit der von Kokain-Suprareningemengen bei Injektion in den Lumbalsack von Katzen verglich. Dagegen glaubt Thieß gefunden zu haben, daß Kokain und Suprarenin bei subduraler Injektion toxischer wirken, als Kokain allein. Ich möchte hierzu bemerken, daß der Rückenmarkskanal kein sehr geeignetes Versuchsobjekt zur Entscheidung dieser Frage ist. Denn die Wirkungen von Giften, welche in den Medullarsack injiziert werden, sind sicher nicht nur resorptive, sondern auch Folge einer direkten Einwirkung auf die nervösen Zentralorgane. Neuerdings glaubt auch Sikemeyer bei einer Nachprüfung meiner Versuche gefunden zu daben, daß die zentrale toxische Kokainwirkung durch Suprarenin zwar verzögert, aber nicht gemildert werde.

Ich lege kein großes Gewicht auf die Ergebnisse dieser, wie meiner diesbezüglichen Tierversuche. Die Tatsache, daß Suprareninzusatz die Resorptionsgeschwindigkeit einer injizierten Kokainlösung bedeutend verzögert, steht fest, ebenso die Tatsache, daß eine Kokaindosis, welche langsam in den Kreislauf gelangt, weniger toxisch wirkt, als wenn sie schnell resorbiert wird. Bei geeigneter Versuchsanordnung muß sich daher auch der von mir angenommene Einfluß des Suprarenins auf die Kokainintoxikation direkt nachweisen lassen. Der praktische Wert des Suprareninzusatzes besteht indessen nicht darin, daß die Kokaindosis erhöht werden kann, sondern daß ein Suprareninzusatz verdünnten Lösungen anästhesierender Mittel örtlich anästhesierende Wirkungen von bisher unbekannter Intensität und Dauer verleiht.

Ich hatte angenommen, daß die Bedeutung des Suprarenins für die Lokalanästhesie allein auf seiner vasokonstriktorischen und infolgedessen anämisierenden Eigenschaft beruhe. Die außerordentliche Steigerung der örtlich anästhesierenden Potenz der anästhetischen Mittel durch Suprarenin habe also die gleiche Ursache, wie bei Abschnürung der Extremitäten. Esch hat nun gefunden, daß auch bei ausgeschalteter Blutzirkulation im Tierversuch Suprarenin die Wirkung von Kokain, Alypin und Novokain noch deutlich steigert und vergleicht diesen Einfluß des für sich allein in keiner Weise anästhesierenden Suprarenins mit der Wirkung der Beizen in der Färbetechnik. Zu einer ähnlichen Auffassung kommt auch Schoff.

Versuche an Tieren haben ergeben, daß, ähnlich wie beim Kokain, die toxische Wirkung des Suprarenins bei intravenöser Injektion, wo die eingeführte Dosis ohne Abzug in den Kreislauf gelangt, ganz enorm viel größer ist wie bei subkutaner Injektion, wo nicht bloß die Resorption verlangsamt ist, sondern auch ein Teil des Mittels gar nicht

resorbiert wird. Nach Batelli und Taramasio, Bouchard und Claude führt eine Dosis von 0,0001 bis 0,0002 pro Kilo, intravenös bei Kaninchen oder Meerschweinchen injiziert, stets den Tod des Tieres herbei, während bei subkutaner Injektion die tödliche Dosis große Schwankungen zeigt und zwischen 0,002 und 0,02 liegt. Stets tödlich war für das Meerschweinchen 0,01, für das Kaninchen 0,02 pro Kilo. Batelli sagt, daß das Mittel, auf intravenösem Wege einverleibt, etwa 40 mal toxischer wirke als bei subkutaner Injektion. Die verhältnismäßig geringe Toxizität des Mittels bei subkutaner Injektion ist leicht zu verstehen, wenn man bedenkt, daß eine örtliche Wirkung an und für sich der Resorption entgegenwirkt.

Die Suprareninvergiftung äußert sich bei Tieren in Lähmung der Extremitäten mit tonischen und klonischen Krämpfen, Opisthotonus und Mydriasis, beschleunigter Atmung und Lungenödem, Anämie der Eingeweide, Glykosurie. Durch längere Zeit wiederholte, intravenöse Injektion kleiner Dosen von Suprarenin konnten Josué und Löper, Erb und Külbs bei Tieren Verkalkung der Aorta, der Koronargefäße und des Herzens erzeugen.

Die ersten Versuche, die Dosierung des subkutan injizierten Mittels beim Menschen kennen zu lernen, habe ich (IX, 22) an mir selbst im Jahre 1902 angestellt. Ich injizierte mir unter die Haut des Vorderarms Suprareninlösung 1:1000 in steigender Dosis. Bei wenig über 0,5 mg (= ½ ccm) machten sich Allgemeinerscheinungen bemerkbar. Fünf Minuten nach der Injektion hatte ich ein Opressionsgefühl auf der Brust, Herzklopfen, mußte schneller und tiefer atmen, die Zahl der Herzschläge stieg von 64 auf 94 in der Minute. Ich mußte mich hinlegen, doch schon nach 1½ Minuten waren diese Erscheinungen verschwunden, Glykosurie trat nicht auf. Wenn ich die Adrenalinlösung mit der zehnfachen Menge Kochsalzlösung verdünnte, so konnte ich mir bis zu 1 mg injizieren, ohne daß ich eine Nebenwirkung bemerkte. Dönitz beobachtete an sich selbst ähnliche Erscheinungen wie ich, aber erst bei subkutaner Injektion von 1½ mg Adrenalin in Lösung von 1:1000, Thies injizierte bei Menschen mit gesunden Kreislauforganen subkutan in zwei Fällen 1 mg Adrenalin in Lösung von 1:2000, in einem Fall 0,2 mg in Lösung von 1:10000, und konstatierte darauf eine Steigerung des Blutdrucks um 15—45 mm Quecksilber, die einige Minuten nach der Injektion einsetzte und 3—8 Minuten anhielt. Andere Allgemeinerscheinungen traten dabei nicht auf. Die Erfahrungen der späteren Jahre haben dann allmählich ergeben, daß die Dosierung des Suprarenins beim Gebrauch zur Lokalanästhesie ziemlich belanglos ist. Die hier erforderlichen

Dosen sind nämlich so klein und werden in so außerordentlicher Verdünnung (in der Regel 1:100000 bis 1:200000) verabreicht, daß Allgemeinwirkungen von dem Mittel absolut nicht zu erwarten sind. Die Internisten brauchen jetzt bekanntlich Suprarenin zur Behandlung von Kollapszuständen bei Infektionskrankheiten. Die Dosen, welche sie subkutan anwenden, sind folgende. Liebermeister und Kauer geben 1—6 mg pro die, Kraus 6 mg pro die in mehreren Einzeldosen von ½—1 mg, Eckert braucht 3—4stündlich je 2—3 mg. Kirchheim, der das Suprarenin für ein ganz unschädliches Mittel erklärt und dessen Arbeit wir diese Zahlen entnehmen, gibt 1—4stündlich 1 mg, bei schweren Kollapsen selbst 2—3 mg pro dosi, in 24 Stunden bis 24 mg, im ganzen 60—400 mg Suprarenin in Form der Lösung von 1:1000. Die Dosen, welche man für die Lokalanästhesie in großer Verdünnung nötig hat, müssen deshalb als absolut unschädlich bezeichnet werden, vorausgesetzt, daß man ein reines, gutes Präparat, wofür die chemischen Fabriken zu sorgen haben, und frische unveränderte Lösungen verwendet.

Ein unbekannter Autor erläßt im Zentralblatt für Gynäkologie*) eine „Warnung vor Adrenalin". Er erlebte im Jahre 1908 kurz nacheinander zwei plötzliche Todesfälle infolge von Synkope, und zwar bei Frauen, im Beginn einer Chloroformnarkose, nachdem er zwecks Blutsparung 0,0003 Adrenalin in Lösung von 1:10000 in die Portio injiziert hatte. Die Fälle sind von Braun, Neu, Freund**) und Fisch***) kritisiert worden. Wir halten sie mit Freund und Fisch für typische Chloroformtodesfälle.

Dagegen ist die Konzentration des Suprarenins in der anästhesierenden Lösung von Wichtigkeit. Denn von der Konzentration hängt die Intensität der unmittelbaren örtlichen Wirkung des Suprarenins, die Intensität und Dauer der Gewebsanämie ab. Nun ist Suprarenin kein definitives Blutstillungsmittel. Daher darf bei Operationen die Saprareninwirkung niemals so stark sein, daß die Blutung völlig unterbrochen ist, wie bei der Esmarchschen Blutleere. Die mittleren Arterien müssen vielmehr noch schwach bluten, damit man sie unterbinden kann. Durch sorgfältiges Unterbinden auch der kleinsten Blutpunkte, durch Naht, Tamponade und Kompressionsverband lassen sich dann Nachblutungen ebenso sicher vermeiden, wie bei Verwendung der Esmarchschen Blutleere. Eine zu starke und zu langdauernde örtliche Saprareninwirkung kann ferner sogar zur Gewebsgangrän führen,

*) 1909, S. 67. **) Ebenda S. 1077. ***) Ebenda S. 1079.

wenigstens in Geweben, die schon in ihrer Ernährung gestört sind (arteriosklerotische Extremitäten, Lappenwunden, Lappenplastiken). Siebert hat solche Fälle zusammengestellt. Es gilt deshalb als Regel, in Gewebe, deren Vitalität beeinträchtigt ist, nichts zu injizieren. Denn sie vermögen sich der Mittel nicht wieder oder nur langsam zu entledigen. Bei Lappenplastiken ist darauf zu achten, daß der Lappen kein Anästhetikum enthalten darf, wenigstens nicht in seinen dem ernährenden Stiel gegenüberliegenden Teilen.

Unter Beobachtung dieser Verhältnisse und der in den späteren Kapiteln dieses Buches gegebenen speziellen Vorschriften über Dosierung und Anwendung von Novokain-Suprareninlösungen ist deren Anwendung mit keinerlei Gefahren oder Übelständen irgend welcher Art verknüpft. Vielmehr hat auf allen Gebieten die Lokalanästhesie durch die Einführung des Suprarenins eine ganz erhebliche Förderung erfahren; ihre Grenzen sind erweitert, ihre Erfolge sind sicherer, ihre Technik ist in mancher Beziehung vereinfacht, ihre Anwendung in manchen Disziplinen weniger gefährlich geworden. Sie kann sich daher ihres neuen Bundesgenossen wohl freuen.

---

9. Kapitel.

Die verschiedenen Methoden der Verwendung örtlich anästhesierender Arzneimittel.

1. Die Anästhesierung von Oberflächen (Schleimhäuten, serösen Häuten und Synovialmembranen, Wunden).

Diejenige Form, in der die Kokainanästhesie durch Koller zuerst praktische Verwendung gefunden hat, war die Anästhesierung der Bindehaut durch Einträufeln von Kokainlösungen in das Auge. In gleicher Weise sind alle anderen Schleimhäute der Kokainisierung zugänglich. Auch die Blasenschleimhaut, welche bekanntlich für manche Substanzen überhaupt nicht durchlässig ist. Die entstehende Anästhesie ist eine terminale, sie ist offenbar von dem Resorptionsvermögen der betreffenden Schleimhaut nicht wesentlich abhängig, letztere verhält sich vielmehr passiv, kleine Mengen der auf ihre Oberfläche gebrachten Lö-

sungen diffundieren durch das Epithel und gelangen auf diese Weise in Kontakt mit den in der Mukosa gelegenen Nervenendigungen. Über die Mukosa selbst geht die Anästhesie gewöhnlich nicht hinaus. Die Anwendung der Mittel erfolgt durch Aufpinseln, Auflegen von Wattebäuschen, die mit der anästhesierenden Lösung getränkt sind, Aufspritzen letzterer mittels eines kleinen Sprays, Einträufeln in das Auge, Injektion in die Urethra und Blase. Die für einen ausreichenden Erfolg nötige Konzentration richtet sich nach der Art, wie man sie auf die Schleimhaut zu applizieren in der Lage ist. Muß die Anästhesie durch Bepinseln, Auflegen von Tampons oder durch den Spray erzielt werden, so sind im allgemeinen sehr konzentrierte, 10—20%ige Lösungen nötig, will man genügend schnell eine genügend anhaltende Anästhesie erhalten; bei der Einträufelung in das Auge und Einbringen in die Urethra kann man schon einen viel länger dauernden Kontakt der Schleimhaut mit dem Anästhetikum erzielen, deshalb können die Lösungen weniger konzentriert sein. In der Blase endlich rufen sehr verdünnte Lösungen, wenn man sie nur lange genug einwirken läßt, ebensogut Anästhesie hervor, als konzentrierte Lösungen. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß zur Verhütung von Kokainvergiftung bei Anwendung auf Schleimhäute niemals irgend welche Dosis maßgebend sein kann, sondern nur die Konzentration der Lösung und die Größe der mit ihr behandelten Schleimhautfläche, durch welche das Mittel in den Körper eindringen kann, berücksichtigt werden muß. Größere Schleimhautflächen dürfen nicht auf einmal mit konzentrierten Lösungen in Kontakt gebracht werden, deren Anwendung ist auf möglichst zirkumskripte Stellen zu beschränken.

Von großer Bedeutung für die Schleimhautanästhesierung ist die Verwendung von Suprarenin. Ein geringer Suprareninzusatz zur Kokainlösung ermöglicht es, die in der Laryngologie, Rhinologie und zum Teil auch der Urologie bisher unentbehrlich gebliebenen hochkonzentrierten Kokainlösungen mit ihren Nebenwirkungen zu vermeiden. Auf diese Eigenschaft des Suprarenins, ein „Kokainsparer“ zu sein, wies schon Swain (IX, 142) hin, der das Mittel in die Laryngologie einführte, nachher Bukofzer (IX, 32) u. a. Nach Moure und Brindel genügt jetzt eine 3½%ige Kokainlösung, nach Bukofzer und Rode (IX, 127) eine solche von 5% mit Zusatz von etwas Suprarenin zur Anästhesierung der Kehlkopf- und Nasenschleimhaut. Es wird damit eine Anästhesie von bisher nicht gekannter Dauer und Tiefe erzielt.

Über den Ersatz des fast ganz entbehrlich gewordenen Kokains durch andere Mittel wird in den speziellen Kapiteln das Nötige gesagt

werden. Über die Anwendung starker Abkühlung als Hilfsmittel bei der Schleimhautanästhesierung und die Verwendung des in Chloräthyl gelösten basischen Kokains vgl. S. 106 und 149.

Ebenso wie auf Schleimhäute wirken die örtlichen Anästhetika auch auf andere für sie durchlässige Membranen, wenn sie auf deren Oberfläche appliziert werden. Auf diese Weise kann z. B. die peritoneale Auskleidung von Bruchsäcken bei Herniotomien und die Tunica vaginalis communis empfindungslos gemacht werden; erstere, indem sie nach der Eröffnung mit anästhesierenden Lösungen bestrichen wird — Schleich empfiehlt hierzu Tropakokain in Substanz —, letztere indem man die Skrotalhöhle mittels einer Hohlnadel mit der Lösung füllt. Die Anwendung von Kokain ist hierzu überflüssig und ist zu vermeiden. Füllt man die Skrotalhöhle mit ½ oder 1%iger Novokain-Suprareninlösung, so wird die Tunika schnell unempfindlich.

Die Innenfläche von Gelenkhöhlen wird gleichfalls insensibel, wenn man sie mit anästhesierenden Lösungen füllt (Reclus, Lorenz, von Hacker, nach Ried [XI, 111]). Das kann benutzt werden zur Punktion und Auswaschung der Gelenke bei Hydrarthros, zur Ausführung von Jod- und Jodoforminjektionen in tuberkulöse Gelenke. Lorenz bewerkstelligte das Redressement kontrakter Plattfüße, nachdem er Kokainlösung in das Talokruralgelenk injiziert hatte. Wir werden die Anästhesierung der Synovialmembran mittels Gelenkinjektion als typische Manipulation bei Gelenkoperationen kennen lernen. Conway und Quénu haben gezeigt, wie intraartikuläre Injektionen von anästhesierenden Mitteln die spielende Reposition der Luxationen ermöglichen (siehe 16. Kapitel).

Endlich können frische und granulierende Wundflächen und freigelegte Nervenstämme durch Applikation örtlich anästhesierender Mittel auf ihre Oberfläche unempfindlich gemacht werden. Für den ersten Zweck — indessen zur Schmerzlinderung und nicht zur operativen Anästhesie — wurde Orthoform, neuerdings das ihm vorzuziehende Anästhesin, Zykloform oder Propäsin empfohlen.

2. Die elektrische Kataphorese als Hilfsmittel der Lokalanästhesie.

Die unverletzte menschliche Haut ist undurchlässig für die meisten Substanzen, welche in wässeriger Lösung auf sie einwirken; etwas leichter dringen dieselben ein, wenn sie in Alkohol, Äther oder Chloroform gelöst sind (Parisot). Munk wies nach, daß mittels des galva-

nischen Stromes Medikamente in den Körper eingeführt werden können. Wird die positive Schwammelektrode einer galvanischen Batterie mit Strychninlösung getränkt und der Strom durch ein Kaninchen geleitet, so geht letzteres nach fünf Minuten an Strychninvergiftung zugrunde. Beim Menschen gelang die Einführung von Jodkali und Chinin auf diesem Wege. Diese seit langer Zeit unter dem Namen Kataphorese bekannte Wirkung des elektrischen Stromes versuchten Wagner und Herzog für die Lokalanästhesie zu verwerten. Wagner setzte die mit Kokainlösung getränkte Anode auf die Haut und sah nach einiger Zeit letztere unempfindlich werden. Die Intensität dieser Wirkung hängt ab von der Konzentration der Kokainlösung, von der Stromstärke und steht im umgekehrten Verhältnis zum Durchmesser der Elektrode. Bei einem Durchmesser derselben von $2^1/_2$ cm, bei Verwendung von 5%iger Kokainlösung und einer Stromstärke von 5 MA. dauerte es 4—5 Minuten, bis die Haut anästhetisch wurde. Durch Unterbrechung des Blutstromes an der Extremität, an der die Versuche ausgeführt wurden, konnte die an und für sich geringe Dauer der Anästhesie verlängert werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Herzog, Corning und Peterson. Die erzielte Anästhesie betrifft nur die Kutis, auf tiefer liegende Gewebe, namentlich Nervenstämme, ließ sie sich nicht ausdehnen (Herzog). Etwas tiefer ging die Wirkung nach Corning, wenn er mit einem dem Baunscheidtschen ähnlichen Instrument zuvor die Haut verletzt hatte. Besondere, für die Kataphorese geeignete Elektroden, welche die zu prüfende Lösung enthalten, sind von Adamkiewicz (II, 1), Stinzing und Peterson angegeben. Von diesen ist diejenige von Adamkiewicz fehlerhaft, wie Peterson sagt, „with inexcusable stupidity“ konstruiert, da der Strom bei ihr gar nicht durch die in ihr befindliche Flüssigkeit gehen kann. Ich habe eine Reihe von Versuchen mit Kokain-Suprareninmischungen angestellt, aber um auch nur zu konstatieren, daß der mit dem Verfahren verbundene Umstand nicht im Verhältnis steht zu dem mit ihm zu gewinnenden Nutzen. Ich habe ferner, ebenfalls ohne Erfolg, subkutan injizierte Kokainlösungen durch den galvanischen Strom in tiefer liegende Gewebe überzuführen versucht. Von einer praktischen Verwendung der Kokainkataphorese verlautet daher auch nur wenig. Corning und Peterson brauchten sie bei nervösen Hyperästhesien und Neuralgien, Harries verwendete sie zur Ausführung der Ignipunktur. Nach späteren Untersuchungen Petersons reicht die durch 10—20%ige Kokainlösungen an der Anode hervorgerufene Anästhesie für kleine Operationen aus. In der Zahnheilkunde hat die kataphorische Applikation von Kokainlösungen und

Kokain-Guajakollösungen eine Zeitlang Verwendung gefunden zur Anästhesierung sensiblen Dentins und zur Zahnextraktion. Die Erfolge des Verfahrens sind auch da trotz vielfacher Anpreisung des Verfahrens offenbar nicht sehr ermutigende gewesen (vgl. die Monographie von Dorn). Neuerdings hat Albrecht mit gutem Erfolge die Kokainkataphorese zur Anästhesierung des Trommelfells benutzt (s. 11. Kapitel).

3. Die Infiltrationsanästhesie.

Unter Infiltrationsanästhesie verstehen wir eine terminale Anästhesie, welche zustande kommt, wenn mittels Spritze und Hohlnadel die Gewebe mit anästhesierenden Lösungen durchtränkt, infiltriert werden. Bei Verwendung geeigneter Mittel werden die in den infiltrierten Geweben liegenden Nervenelemente funktionsunfähig; enthalten die injizierten Lösungen das Anästhetikum in sehr großem Überschuß, so geht dessen Wirkung infolge von Diffusion auch über das infiltrierte Gebiet hinaus. Diese sekundäre Anästhesie kann man indirekte Infiltrationsanästhesie nennen (s. S. 73). In jedem Fall ist die Wirkung eine Folge des Kontaktes des Anästhetikums mit den sensiblen Nervenelementen. Die treffende Bezeichnung „Infiltrationsanästhesie“ stammt von Schleich, es ist aber nicht angängig, sie zu beschränken auf das von ihm beschriebene Verfahren, welches sich von älteren durch die größere Verdünnung der angewendeten Kokainlösungen unterscheidet. Kokainlösungen sind fast immer in Form der Infiltrationsanästhesie gebraucht worden, anfangs allerdings meist in Form der indirekten Infiltrationsanästhesie: in gewissen Abständen wurden Depots konzentrierter Kokainlösung in die Gewebe injiziert und abgewartet, eventuell unter Zuhilfenahme der Esmarchschen Blutleere, bis das ganze Operationsfeld anästhetisch geworden war. Auf Seite 78 aber wurde bereits ausgeführt, wie schon bald nach Einführung des Kokains viele Chirurgen darauf hinwiesen, daß die zu durchtrennenden Gewebe möglichst vollständig mit Kokainlösung durchtränkt werden müssen, wenn man sichere Wirkungen haben will, und daß Roberts (VIII, 115) bereits 1885 die später von Reclus und Schleich angewendete Infiltration der Haut durch Quaddelbildung in der Ausdehnung des beabsichtigten Schnittes beschrieben hat. Die detaillierte technische Ausbildung der Infiltrationsanästhesie verdanken wir Reclus und Schleich. Das Vorgehen beider unterscheidet sich, im Prinzip wenigstens, nicht voneinander. Wir kennen Reclus' Technik aus seinen zahlreichen eigenen Arbeiten, deren

erste im Jahre 1889 erschien, und denen seiner Schüler (Auber, Fillion, Legrand, Kendirdjy, Piquand). Sie besteht, kurz gesagt, darin, daß die Haut durch endermale Injektion in der Ausdehnung des Hautschnitts mit Kokainlösung infiltriert, und daß jede weitere Gewebsschicht ebenfalls mit der Lösung durchtränkt wird, ehe man sie durchschneidet. Reclus war mit der Konzentration der Kokainlösungen bereits 1893 auf 1%, später auf ½% zurückgegangen, er benutzte für gewöhnlich nicht mehr die Fernwirkungen von Kokainlösungen, es handelt sich bei seinem Verfahren nicht mehr um indirekte Infiltrationsanästhesie. Reclus beschränkte seine Methode von Anfang an nicht auf die kleine Chirurgie, sondern lehrte, sie bei allen möglichen größeren Operationen, Herniotomien und anderen Bauchoperationen, Rippenresektionen und vielen anderen anzuwenden. Nach seinen Erfahrungen, die an mehr als 7000 Fällen gewonnen waren, erscheint das Verfahren völlig gefahrlos, wenn man nach seinen Seite 99 erwähnten Vorschriften verfährt, obwohl er eine Kokaindosis von 0,2 nicht scheut. Ceci, der ebenfalls ½%ige Kokainlösungen in der Hauptsache in Form der Infiltrationsanästhesie anwendet, sah unter 4054 Fällen einige Male Hirnanämie und psychische Erregung, sonst aber kein Symptom von Kokainvergiftung. Man kann daher der Behauptung Schleichs nicht beistimmen, daß die — regelrecht angewendete — Kokainanästhesie gefährlicher als die Chloroformnarkose sei. In Deutschland ist die Reclussche Infiltrationsanästhesie im ganzen wenig bekannt und wenig angewendet worden, in der Hauptsache wohl deshalb, weil man Bedenken trug, die für ausgedehntere operative Eingriffe nötigen, verhältnismäßig hohen Kokaindosen zu brauchen, vor allem aber, weil Schleich gezeigt hatte, daß man die Konzentration der Kokainlösungen noch weiter herabsetzen und mit sehr kleinen Dosen oft eine ausreichende Anästhesie erzielen kann, wenn die Gewebe ausgiebiger als bisher infiltriert werden. Es macht einige Mühe, um diese einfache und wichtige Tatsache, deren Erkenntnis wir Schleich zu verdanken haben, aus dem hypothetischen Zierat, hinter dem sie ihr Autor versteckt hat, herauszufinden. Schleich berichtete bereits im Jahre 1891 über 224 Operationen, darunter Herniotomien und Laparotomien, die er mit Hilfe 0,2%iger Kokainlösung unter gleichzeitiger Verwendung des Ätherspravs ausgeführt hat. Eine Kokaindosis von 0,04 wurde dabei nicht überschritten. Er hielt die Abkühlung der Haut nur deshalb für wichtig, weil dadurch der Schmerz des Einstiches der Hohlnadel verhütet werden sollte. Wir wissen jetzt, daß die Abkühlung durch den Ätherspray eine sehr bedeutende Steigerung der Kokainwirkung hervorruft. Auch in der 1894

erschienenen Monographie Schleichs erscheint die Anwendung des Äther- und Chloräthylsprays als ein integrierender Bestandteil der Infiltrationsanästhesie.

Schleich bediente sich zur Infiltration der Gewebe dreier verschiedener Kokainlösungen von folgender Zusammensetzung:

I.	Kokain. mur.	0,2
	Natri chlorati	0,2
	Morphini muriat.	0,02
	Aquae dest.	100,0.
II.	Kokain. mur.	0,1
	Natri chlorati	0,2
	Morphini muriat.	0,02
	Aquae dest.	100,0.
III.	Kokain. mur.	0,01
	Natri chlorati	0,2
	Morphini muriat.	0,005
	Aquae dest.	100,0.

Die Lösung Nr. II mit 0,1% Kokaingehalt wurde am meisten (in fast 95% aller Fälle) angewendet, die Lösung I diente zur Anästhesierung hyperästhetischer, namentlich entzündeter Gewebe, die Lösung III mit 0,01% Kokain kam zur Verwendung, wenn mit den anderen die Kokainmaximaldosis annähernd erreicht war, auch zur Infiltration weniger nerven- und empfindungsreicher Gewebe. Nur ausnahmsweise nötigte nach Schleich die Hyperästhesie der Teile zu einer Infiltration mit einer ½%igen Kokainlösung.

Die Zusammensetzung der obenerwähnten Lösungen ergab sich Schleich aus folgenden Beobachtungen. Er hatte bei Quaddeluntersuchungen gefunden, daß Wasser und 0,2%ige Kochsalzlösung Anästhesie der mit ihnen infiltrierten Gewebe hervorrufen, während 0,75%ige Kochsalzlösung die Sensibilität intakt läßt, daß ferner die Wirkung sehr verdünnter Kokainlösungen vollkommener wird, wenn man das Mittel in Wasser oder 0,2%iger Kochsalzlösung auflöst, wie wenn physiologische Kochsalzlösung als Lösungsmittel dient. Da aber reines Wasser bei der Injektion sehr stark reizt, so fügte er seinen Kokainlösungen 0,2% Kochsalz hinzu. Über die Wirkung der Lösungen, die er indifferente Flüssigkeiten nennt, machte sich Schleich folgende Vorstellungen. „Die Anästhesie wird getragen durch die Flüssigkeit an sich. Sie ist eine mehr physikalische Methode, denn die chemischen Faktoren (also die Wirkungen der zugesetzten Nervina) kommen nur soweit in Betracht, als der Einspritzungsschmerz der Lösung überkompensiert werden soll. Träger der eigentlichen Schmerzlosigkeit ist aber vor allem die wässerige Lösung.“ Daneben wirke die künstliche Ödemisierung der Gewebe selbst anästhesierend durch den auf die Nervensubstanz ausgeübten

Druck, durch die entstehende Blutarmut der Gewebe, durch die Temperaturdifferenz zwischen Körper und Lösung. (Schleich empfiehlt Kokainlösungen abgekühlt zu injizieren.) Hierzu ist folgendes zu bemerken. Zunächst hat ja doch Schleich selbst beobachtet, daß die Infiltration der Gewebe mit physiologischer Kochsalzlösung die Sensibilität nicht verändert. Infiltriert man die Gewebe prall mit einer wirklich indifferenten, d. h. isosmotischen 0,9 % Kochsalzlösung, erwärmt oder abgekühlt, so entsteht, wie Heinze und ich am eigenen Körper feststellten, niemals eine Herabsetzung der Sensibilität, vielmehr Hyperästhesie. Die Ödemisierung an sich verursacht also stets eine erhöhte Erregbarkeit der Nerven, nicht aber wirkt sie anästhesierend. Die forcierte Anfüllung eines umfangreichen Gewebsgebiets mit annähernd auf 0^0 abgekühlten Lösungen kann vielleicht im Verein mit der künstlich erzeugten örtlichen Blutarmut infolge Herabsetzung der Vitalität der Gewebe und im Sinne der im 8. Kap. enthaltenen Ausführungen eine gewisse Steigerung der spezifischen Wirkung der den Lösungen zugesetzten örtlichen Anästhetika hervorrufen. Es erscheint mir aber höchst zweifelhaft, ob diesem Umstand eine nennenswerte Bedeutung beizulegen ist, jedenfalls ist diese Wirkung der Gewebsinjektion keine physikalische. Die einzige physikalische Nebenwirkung, durch welche die Schleichschen Lösungen außer ihrem Kokaingehalt die Sensibilität herabsetzen, anästhesierend wirken können, ist die Gewebsquellung; sie verursachen einen gewissen Grad von Quellungsanästhesie (S. 56). Über die Intensität derselben gibt die Gefrierpunktsbestimmung der Schleichschen Lösungen Auskunft. Den Gefrierpunkt der Lösung I bestimmte ich auf $-0{,}156^0$, den der Lösung II auf $-0{,}145^0$, der der Lösung III ist annähernd der gleiche, wie der einer 0,2%igen Kochsalzlösung ($-0{,}13^0$). In Fig. 4 (S. 55) sind die Lösungen an der entsprechenden Stelle eingesetzt. 0,2%ige Kochsalzlösung verursacht, in die Kutis injiziert, nicht bloß Parästhesien, wie Schleich sagt, sondern heftigen Quellungsschmerz — welcher bei Kokainzusatz von etwa 0,04 %, nicht aber durch den Kokainzusatz von 0,01 % der Schleichschen Lösung III, verdeckt wird — und eine gewisse, kurz andauernde Herabsetzung der Sensibilität; bei den Schleichschen Lösungen I und II muß diese Nebenwirkung noch geringer sein, da ihr Gefrierpunkt infolge des größeren Kokain- und Morphiumzusatzes sich weiter von dem reinen Wassers entfernt. Gegenüber der enormen anästhesierenden Potenz einer 0,1 und 0,2%igen Kokainlösung spielt aber diese physikalische Nebenwirkung, welche in noch höherem Maße der von Reclus verwendeten 1%igen Kokainlösung (Gefrierpunkt $-0{,}125^0$) und noch viel mehr der ½%igen wässerigen Kokainlösung zukommt, praktisch auch nicht die allergeringste Rolle, und es ist geradezu eine verkehrte Welt, wenn man, wie auch u. a. Reclus selbst, die Schleichsche Infiltrationsanästhesie, bei der man sich doch fast ganz ausschließlich der Lösungen mit 0,1 % oder mehr Kokaingehalt bedient, als eine physikalische Methode der Reclusschen Infiltrationsanästhesie, überhaupt der Kokainanästhesie gegenüberstellt. Diese Lösungen wirken anästhesierend durch ihren Kokaingehalt, und weil sie Kokain enthalten, sind auch andere, als Schleich mit ihnen zufrieden gewesen. Ich konnte experimentell feststellen, daß eine Differenz im Anästhesierungsvermögen einer mit 0,2 % Kochsalz und einer mit 0,8 % Kochsalz versehenen Kokainlösung bis herab zu einem Kokaingehalt von 0,02% nicht vorhanden ist, ferner, ebenso wie Heinze und Legrand, daß zwischen dem Anästhesierungsvermögen der Schleichschen Lösung II, einer wässerigen und einer mit 0,8 % Kochsalz ver-

setzten 0,1 % Kokainlösung, nicht der geringste Unterschied besteht. Die Kokainwirkung ist viel zu stark, als daß die Quellungsanästhesie irgendwie zur Geltung kommen könnte. Erst bei noch weiterer Verdünnung des Kokains tritt sie hervor. In einer wässerigen Kokainlösung von 0,01 % ist von einer Kokainwirkung überhaupt nichts mehr zu erkennen, sie wirkt stark reizend und anästhesierend wie reines Wasser. 0,01 % Kokain in 0,8 %iger Kochsalzlösung liefert noch eine kurzdauernde Kokainanästhesie ohne Reiz, 0,01 % Kokain in 0,2 % Kochsalz, also die Schleichsche Lösung III, läßt demgegenüber eine geringe Steigerung des Anästhesierungsvermögens erkennen; hier hat sich Kokain- und Quellungsanästhesie kombiniert, ihre Injektion ist jedoch schmerzhaft, die Kokainanästhesie reicht nicht zur Verdeckung des Quellungsschmerzes aus. An dieser, nur dem geübtesten Beobachter überhaupt nachweisbaren, praktisch aber ohne Frage gänzlich bedeutungslosen Differenz hängt Schleichs physikalische Hypothese. Da nun aber jede Gewebsquellung mit einer Gewebsschädigung verbunden ist — wässerige Lösungen mit dem Gefrierpunkt einer 0,2 %igen Kochsalzlösung zerstören sofort rote Blutkörperchen und Leukozyten, bei Injektion reinen Wassers und rein wässeriger verdünnter Kokainlösungen in die Gewebe kann sich die Wirkung bis zur Quellungsnekrose steigern (s. S. 56) —, so ist es ratsam, nur Lösungen zu injizieren, welche durch Kochsalzzusatz von 0,8 % bis 0,9 % osmotisch indifferent gemacht, ihrer unerwünschten und für die Anästhesierung praktisch bedeutungslosen physikalischen Nebenwirkung dadurch ganz, und nicht nur größtenteils wie die Schleichschen Kokainlösungen, beraubt worden sind. Dies allein, die Ausschaltung physikalischer, die Isolierung spezifischer Wirkungen, ist der Zweck des Kochsalzzusatzes zu Lösungen, die für Gewebsinjektionen Verwendung finden. Ich möchte bemerken, daß ich diese Verhältnisse bereits im Jahre 1898 (XI, 17) eingehend klargestellt habe, und daß ich, ebenso wie Heinze, Custer und Gradenwitz, die übrigens längst bekannte Tatsache bestätigen konnte, daß Morphium kein örtliches Anästhetikum ist, der Morphiumzusatz, den Schleich seinen Kokainlösungen gibt, daher wenig zweckmäßig erscheint. Wenn Schleich diesem Morphiumzusatz eine Herabsetzung des Nachschmerzes nach Operationen nachrühmt, so kann das nur eine zentrale, nicht aber eine örtliche Wirkung des Mittels sein. Es ist daher besser, Morphium in der üblichen Dosierung an einer anderen Körperstelle, als gerade im Operationsgebiet, zu injizieren, wenn man es für nötig hält; entweder vor der Operation, wie es von vielen Chirurgen empfohlen wurde, um die Dauer und Intensität der durch andere Mittel erzeugten örtlichen Anästhesie zu steigern, oder nachher zur Linderung des Wundschmerzes.

Eine wässerige 0,01—0,1 %ige Kokainlösung, der zur Verhütung von Gewebsquellung bei der Injektion 0,8 % Kochsalz zugesetzt wurde, während das Morphium wegbleibt, hat genau die gleiche örtlich anästhesierende Wirkung, wie eine der Schleichschen Lösungen mit dem gleichen Kokaingehalt.

Mischungen von Eukain und Kokain sind von Hackenbruch, Gottstein, Legrand u. a. empfohlen worden, um die geringere Toxizität des Eukains auszunutzen und doch nicht die gefäßverengernde Eigenschaft des Kokains zu verlieren. Schleich endlich brauchte

später Mischungen von Kokain und Alypin. Über die anderen neueren Mittel, von denen zurzeit das Novokain am meisten gebraucht wird und das Kokain völlig verdrängt hat, vgl. das vorige Kapitel.

Die Durchtränkung der Gewebe mit anästhesierenden Lösungen wird nach Reclus und Schleich schichtweise, von außen nach innen vorgenommen. Man beginnt mit der Etablierung einer der Länge und Richtung des Hautschnitts entsprechenden Quaddelreihe (s. 10. Kap.). Dann wird, gewöhnlich vor Durchschneidung der Haut, gleichfalls in der Schnittrichtung, die Lösung in das Unterhautzellgewebe injiziert. Bei Anwendung ½—1 %iger Kokainlösung wird dabei mit der Menge der Lösung möglichst gespart, beim Gebrauch der Schleichschen Kokainlösung wird von zwei oder mehr, in der anästhetischen Hautzone gelegenen Einstichpunkten aus so lange injiziert, bis das Unterhautzellgewebe ganz von der Lösung durchtränkt ist, und das Operationsfeld sich „wie eine Beule über das Niveau der Umgebung erhebt". Nun kann Haut und Unterhautzellgewebe durchschnitten werden, in einzelnen Fällen infiltriert Schleich von vornherein noch über das Unterhautzellgewebe hinaus. Nach Ausführung der Infiltration im Schleichschen Sinne ist das Unterhautzellgewebe glasig aufgequollen, künstlich ödematös, von seiner Schnittfläche fließt die injizierte Flüssigkeit zum Teil ab. In derselben Weise werden nun alle Gewebsschichten behandelt, bevor sie durchtrennt werden; man injiziert in jede nach Reclus kleine Mengen ½—1 %iger Kokainlösung, nach Schleich große Mengen der verdünnten Lösungen. Nervenstämme, welche das Operationsfeld durchziehen, verlangen, insbesondere bei Verwendung der Schleichschen Kokainlösung, eine besondere Anästhesierung. Hierauf komme ich gleich noch zurück. Das Periost wird nach Schleich schnell gefühllos, wenn das subperiostale Gewebe mit verdünnten Kokain- und Eukainlösungen infiltriert wurde, kann alsdann durchtrennt und vom Knochen abgeschoben werden. Die Ausführung subperiostaler Injektionen ist aber schwierig und oft unmöglich. Der Knochen selbst läßt sich nach sorgfältig und in großer Ausdehnung ausgeführter subperiostaler Infiltration ohne Schmerzempfindung durchtrennen, wenn er nicht sensible Nervenstämme (z. B. Oberkiefer und Unterkiefer) enthält. Diese bleiben bei Verwendung der verdünnten Schleichschen Lösungen empfindlich. Eine direkte mechanische Infiltration des Knochens selbst halte ich nicht für möglich. Dzierzawsky (XV, 91) hat zwar nachgewiesen, daß subperiostal injizierte Farblösungen in den Knochen eindringen; das ist ja eigentlich selbstverständlich, es ist aber sicherlich nicht der Effekt einer mechanischen Infiltration, sondern eine Wirkung

der Diffusion. Um Fernwirkungen durch Kontakt mit im Knochen liegenden Nervenelementen zu erhalten, ist daher subperiostale Injektion stark wirkender konzentrierter Kokainlösungen erforderlich. Verdünnte Kokainlösungen äußern Fernwirkungen durch den Knochen hindurch ebensowenig wie verdünnte Farblösungen. Schleimhäute werden durch Infiltration des submukösen Gewebes unempfindlich. Um einen Tumor aus dem ihn umgebenden Gewebe auszulösen, müssen alle ihn begrenzenden Gewebe unempfindlich gemacht werden. Reclus sagt, der Tumor muß mit einer Kokainatmosphäre umgeben werden. Nach Schleich wird zunächst die Haut in der Ausdehnung des beabsichtigten geradlinigen, gebogenen, lappenförmigen oder ovalären Schnittes infiltriert und der Tumor allseitig mit gekrümmten Hohlnadeln umgangen, um die benachbarten Gewebe prall mit verdünnten Kokainlösungen infiltrieren zu können. Ähnlich behandelt Schleich einen umschriebenen Abszeß oder Furunkel, indem er zuerst das denselben umgebende gesunde, nicht entzündete Gewebe, Unterhautzellgewebe, Faszien, Muskeln, dann erst auch die zu durchtrennenden entzündeten Gewebe selbst infiltriert.

Der von zahlreichen Autoren aller Länder bestätigte Nachweis Schleichs, daß man die örtlichen Anästhetika auf diese Weise noch in Lösungen, die der unteren Grenze ihrer Wirksamkeit nahestehen, zur Infiltrationsanästhesie brauchen kann, hat ihrer Anwendung, namentlich bei Bauchoperationen, das Feld geebnet. Die Anwendung der verdünnten Schleichschen Lösungen zur Gewebsinfiltration besitzt gegenüber dem Verfahren Reclus' einen Vorteil und einen Nachteil. Der Vorteil besteht darin, daß man viel weniger Kokain braucht, der Nachteil darin, daß dementsprechend die Unempfindlichkeit der Gewebe weniger sicher zustande kommt und weniger lange anhält, so daß z. B. am Schluß einer länger dauernden Operation die Haut wieder empfindlich geworden ist und von neuem infiltriert werden muß. Derjenige begibt sich eines Vorteils, der immer nur mit aufs äußerste verdünnten Lösungen örtlich anästhesierender Mittel Lokalanästhesie hervorzurufen sich bestrebt, denn die Infiltration der Gewebe nach Schleich ist nicht immer möglich und führt auch häufig nicht die völlige Insensibilität eines Operationsterrains herbei, weil in demselben befindliche sensible Leitungsbahnen oft empfindlich bleiben. Wenn man Haut und Unterhautzellgewebe unmittelbar nach Infiltration mit 0,1 %iger Kokain- oder Eukainlösung durchschneidet, so erscheint das letztere aufgequollen und ödematös, aber es ist keineswegs immer und überall empfindungslos. Sieht man genauer zu, so sind es die meist Blutgefäße begleitenden,

in dickeren Bindegewebssepten gelegenen Nervenstämmchen, welche bei Durchschneidung, Berührung, beim Auseinanderziehen der Wundränder mit Haken, beim Fassen von Gefäßen mit Klemmen Schmerzen verursachen. Dieser Schmerz wird zwar von manchen Kranken als gering angegeben und veranlaßt geringe Klagen, andere Kranke aber empfinden ihn heftig. Es ist ein Fehler, die an der Haut gemachten Erfahrungen auf Gewebe zu übertragen, welche wie das Unterhautzellgewebe gar keine selbständige Sensibilität, sondern nur sensible Leitungsbahnen besitzen. Eine vollkommen gleichmäßige, alle Elemente betreffende Infiltration des Unterhautzellgewebes, wie sie bei der Haut selbst gelingt, ist nicht möglich. Die injizierte Flüssigkeit folgt der Richtung des geringsten Widerstandes, sie füllt die Gewebsspalten, aber in die straffen Bindegewebszüge, welche Gefäße und Nerven enthalten, dringt sie ebensowenig ein, wie in die die Faszie bedeckenden Bindegewebslagen und in die Haut, die nur unter pathologischen Verhältnissen, bei Entzündung und chronischen Infiltraten, wo Haut und Unterhautzellgewebe eine mehr gleichmäßige Konsistenz besitzen, vom Unterhautzellgewebe aus infiltriert werden kann. Nun kann man wohl die schmerzhaften Punkte nach erfolgter Gewebstrennung durch Betupfen mit 5%iger Karbolsäure (Schleich) oder durch lokalisierte Infiltration gefühllos machen, aber erst, nachdem sie an ihrer Schmerzhaftigkeit erkannt wurden, nachdem Schmerz hervorgerufen war. Nur größere, ihrer Lage nach bekannte, im Operationsfeld befindliche Nervenstämme können und müssen besonders aufgesucht und behandelt werden. Die Muskeln zeigen ein ähnliches Verhalten wie das Unterhautzellgewebe. Eine gleichmäßige Durchtränkung eines Muskelquerschnittes mit Flüssigkeit ist in Wirklichkeit gar nicht möglich, die Flüssigkeit verbreitet sich zwischen den Fibrillen, aber in die dickere Gefäße und Nerven führenden Bindegewebssepten dringt sie gar nicht ein. Bei der Durchtrennung von Muskeln unmittelbar nach Infiltration mit stark verdünnten Kokainlösungen werden daher häufig Schmerzempfindungen ausgelöst. Von Friedländer, der sonst für die Schleichsche Infiltrationsanästhesie sehr enthusiasmiert ist, hebt hervor, daß es ihm nie gelungen sei, eine wirkliche Anästhesie eines Muskels auf seinem ganzen Querschnitt zu erhalten.

Wie anästhesierende Lösungen auf Nervenstämme wirken, welche die mit ihnen infiltrierten Gewebe durchziehen, ergibt sich aus meinen Versuchen an Fingern (XI, 19). Wenn man das Unterhautzellgewebe am Grundglied eines Fingers ringförmig infiltriert, so sind die daselbst gelegenen, den Finger innervierenden, sensiblen Bahnen dann leitungs-

unfähig, d. h. insensibel geworden, sobald der ganze Finger bis an seine Spitze seine Sensibilität verloren hat. So lange dieser Zustand nicht eingetreten ist, so lange ist auch das infiltrierte Unterhautzellgewebe nicht unempfindlich. Es ergibt sich, daß die Einwirkung von z. B. 0,1 und 0,2%igen Kokainlösungen eine sehr geringe und langsame ist, größere Nervenstämme oft gar nicht leitungsunfähig, d. h. unempfindlich werden, daß unter allen Umständen Zeit vergeht, bis ein von sensiblen Leitungsbahnen durchzogenes, mit anästhesierenden Lösungen infiltriertes Gewebe wirklich insensibel wird, daß endlich entweder durch Steigerung der Konzentration der anästhesierenden Lösungen, oder durch gleichzeitige Anwendung von Abschnürung oder Suprarenin oder Abkühlung die Sicherheit und Schnelligkeit der Einwirkung der Anästhetika auf die sensiblen Bahnen erheblich gesteigert werden kann. Aber auch selbst bei Anwendung ½ oder 1%iger Kokainlösung, bei gleichzeitiger Abschnürung oder bei Suprareninzusatz tritt die Leitungsunterbrechung niemals sofort ein. Wollte man also an einem Finger Haut und Unterhautzellgewebe mit 0,1%iger Kokainlösung infiltrieren und das infiltrierte Gewebe sofort durchschneiden, so würde man die Sensibilität des Unterhautzellgewebes erhalten finden. Aus den hier angeführten Gründen halte ich den Nutzen der von Schleich empfohlenen 0,01%igen Kokainlösung, welche gerade zur Infiltration Leitungsbahnen enthaltender Gewebe dienen soll, für höchst problematisch. Gewebe, welche nach Infiltration mit dieser äußerst geringe anästhesierende Wirkung entfaltenden Lösung gefühllos sind, bedürfen einer Infiltration überhaupt nicht. An Körperteilen, wo sensible Leitungsbahnen so gut wie gar nicht vorhanden sind, jedenfalls aber sehr nahe ihrer Endausbreitung von dem Anästhetikum betroffen werden, wie z. B. in der Medianlinie des Abdomens und Halses, da leistet die Schleichsche Anästhesierung Gutes, wird sie aber angewendet auf Gewebe, die Leitungsbahnen von einiger Stärke enthalten, so ist sie ein unsicheres und schwieriges Verfahren, da diese Leitungsbahnen, jede für sich, aufgesucht werden müssen, um sie unempfindlich zu machen.

Es ergibt sich aber aus dem Gesagten zugleich, wie diesem Übelstand abgeholfen werden kann.

Die erste und wichtigste Regel ist: Abwarten nach der Infiltration, bis Unempfindlichkeit eingetreten ist. Es ist ein prinzipieller Fehler, die bei Injektionen in die Kutis gemachten Erfahrungen ohne weiteres auf andere Gewebe zu übertragen und infiltrierte Gewebe unmittelbar nach der Infiltration zu durchtrennen. Was, wo

und wie man auch injizieren mag, die Wirkung des Anästhetikums bedarf Zeit zu ihrer Entfaltung, und das Maximum der Wirkung wird überall frühestens nach Ablauf mehrerer Minuten erreicht. Diesem Umstand trägt weder Reclus' noch Schleichs Technik Rechnung. Infiltriert man die einzelnen Gewebsschichten von außen nach innen sukzessive, abwechselnd infiltrierend und durchtrennend, so wird das Einhalten der erforderlichen Wartezeit zur Unmöglichkeit. Es empfiehlt sich deshalb, vor Beginn einer Operation methodisch zuerst die tiefsten, dann die oberflächlichen Gewebsschichten so zu infiltrieren (s. Kap. 10), daß weitere Injektionen während der Operationen unnötig sind. Es zeigt sich dann unter anderem, daß eine gesonderte Infiltration der Haut und des Periosts niemals notwendig ist. Es ergibt sich ferner, daß es in den meisten Fällen besser ist, nicht die Schnittlinie selbst, nicht das Operationsfeld, sondern die Gewebe zu infiltrieren, welche dasselbe umgeben und die dasselbe innervierenden Leitungsbahnen enthalten. Die zweite Regel ist die Anwendung der die parenchymatöse Resorption verzögernden Hilfsmittel der Lokalanästhesie. Sie ist eine Vorbedingung für den Erfolg der hier angedeuteten Injektionstechnik, welche nicht schmale anästhetische Schnittlinien, sondern ausgedehnte anästhetische Operationsfelder liefert und die absolut unzulässige Infiltration krankhaft veränderter Gewebe vermeidet.

4. Die Leitungsanästhesie.

Die sehr ausgesprochene Fähigkeit des Kokains, bei seiner Einwirkung auf Nervenstämme die sensible und motorische Leitungsfähigkeit zu unterbrechen, war am Tier von Torsellini, Feinberg, Alms, Kochs, Witzel, Mosso, Frank (s. S. 82) nachgewiesen worden. Die ersten darauf bezüglichen Beobachtungen am Menschen stammen von Corning und Goldscheider, hatten aber zunächst nur theoretisches Interesse. Corning (XI, 31) injizierte an den Stamm des N. cutaneus antebrachii lateralis 0,3 ccm einer 4%igen Kokainlösung, schnürte hierauf den Oberarm ab und sah bald darauf Anästhesie der Haut in dem Verbreitungsbezirk des Nerven bis herab zum Handgelenk eintreten. Goldscheider (VIII, 58) beobachtete bei subkutaner Injektion starker Kokainlösungen unter die Haut des Vorderarms auch ohne Unterbrechung des Blutstromes eine Ausbreitung der der Injektion folgenden Hautanästhesie in der Richtung der Nervenverzweigungen.

Anästhesierende Lösungen können in verschiedener Art zur Anästhesierung von Nervenstämmen gebraucht werden. Sie können einmal

mit der Hohlnadel direkt unter die fibröse Nervenscheide, direkt in den Nervenstamm hinein injiziert werden: endoneurale Injektion. Es tritt dann bei Anwendung nicht zu verdünnter Lösungen eine fast sofortige totale Leitungsunterbrechung ein (Crile). Dies Verfahren ist an den meisten Nervenstämmen des Körpers nur dann sicher ausführbar, wenn sie zuvor operativ freigelegt wurden. Nur wenige Nervenstämme sind so gelegen und palpabel, daß sie mit der Hohlnadel sicher getroffen werden können, durch die unverletzte Haut hindurch. Meist wird man sich in diesem Falle darauf beschränken müssen, die Lösung in die nächste Nachbarschaft des Nervenstammes zu injizieren: perineurale Injektion. Bis zum Eintritt der Leitungsunterbrechung vergeht kürzere oder längere Zeit, welche das Kokain zur Diffusion in den Nervenstamm braucht.

Ferner entsteht Leitungsanästhesie, wenn man ein Anästhetikum nach Bier in den Spinalkanal, oder nach Cathelin-Läwen in den epiduralen Raum des Kreuzbeins injiziert. Endlich wirken auch endovenös oder endoarteriell injizierte anästhesierende Lösungen nicht nur auf die Nervenendigungen, sondern auch auf die Nervenstämme.

A. Leitungsanästhesie durch perineurale Injektion anästhesierender Lösungen.

Die Einwirkung anästhesierender Lösungen auf Nervenstämme, welche das mit ihnen infiltrierte Gewebe durchziehen, ist eine indirekte. Das Anästhetikum muß in den durch eine feste Bindegewebshülle gegen die Umgebung abgeschlossenen Nervenstamm diffundieren, wenn es mit der Nervensubstanz in Kontakt kommen soll. Es erklärt sich daraus die allenthalben zu beobachtende, wohl zu beachtende Erscheinung, daß die sensiblen Leitungsbahnen sehr leicht und schnell einer Leitungsunterbrechung durch perineurale Injektion zugänglich sind, wenn ihre feinsten Verzweigungen nahe der Endausbreitung mit anästhesierenden Lösungen umspült werden, während die Leitungsunterbrechung immer schwieriger wird, langsamer vor sich geht, größere Mengen des Anästhetikums, höher konzentrierte Lösungen desselben erforderlich macht, je weiter von der Endausbreitung entfernt, gegen das Rückenmark zu, sie vorgenommen werden soll. Denn nach dem Zentrum hin nimmt nicht nur der Durchmesser der Nervenstämme, sondern auch die Dicke ihrer Bindegewebshülle immer mehr zu. Im Wirbelkanal dagegen ist die Einwirkung der Anästhetika

auf die dort scheidenlosen Nervenstämme und Nervenbahnen wiederum eine außerordentlich starke.

Die Unterbrechung von Nervenbahnen durch perineurale Injektion zum Zweck der Anästhesierung ihres Innervationsgebiets findet die vielseitigste Anwendung. Jede Infiltration einer Gewebsschicht, die Leitungsbahnen enthält, bewirkt nicht nur Infiltrationsanästhesie im infiltrierten Gebiet, sondern auch Leitungsanästhesie im Verbreitungsbezirk der betreffenden Nerven.

Die einfachste Form der Leitungsanästhesie wird bei Injektion anästhesierender Lösungen in das Unterhautzellgewebe beobachtet. Da das Unterhautzellgewebe die sensiblen Leitungsbahnen für die bedeckende Haut enthält, so muß diese notwendig unempfindlich werden, wenn das Unterhautzellgewebe mit einer Lösung infiltriert wird, welche imstande ist, diese Leitungsbahnen unempfindlich zu machen. Man könnte glauben, diese Anästhesie der Haut käme zustande durch Diffusion des in das Unterhautzellgewebe injizierten Anästhetikums. Das ist aber wenig wahrscheinlich. Denn die kleinen, auf diesem Wege etwa in die Haut gelangenden Mengen desselben würden die Sensibilität in geringerem Grade beeinträchtigen, als bei direkter Infiltration der Haut mit der gleichen anästhesierenden Lösung. Es zeigt sich aber, daß die durch Injektion der Lösung in das Unterhautzellgewebe hervorgerufene Anästhesie mindestens die gleiche Intensität und Dauer besitzt, als sie nach intrakutaner Infiltration mit der gleichen Lösung zu beobachten ist. In der Hauptsache und im wesentlichen muß sie daher ein Produkt der Leitungsunterbrechung der die Haut versorgenden Nervenbahnen sein.

Das Periost empfängt seine Innervation nicht aus dem Knochen, sondern aus der Gewebsschicht, von der es bedeckt ist. Wird diese infiltriert, so wird auch Periost und Knochen unempfindlich. Subperiostale Injektionen sind deshalb ebenso überflüssig, wie die Infiltration der Haut.

Ein weiteres, von Hackenbruch als „zirkuläre Analgesierung“ bezeichnetes Verfahren, Leitungsanästhesie hervorzurufen, besteht darin, ringsherum in die das Operationsfeld umgebenden Gewebe anästhesierende Lösung zu injizieren, um alle Nervenverbindungen desselben mit dem Zentrum auszuschalten. Hackenbruch brauchte zur Umspritzung Lösungen, welche je $^1/_4$—$^1/_2$% Kokain und Eukain enthielten. Es waren aber erst die neueren Hilfsmittel der Lokalanästhesie nötig, um einen weiteren Ausbau dieses Verfahrens zu ermöglichen. Bis dahin war seine Anwendung in der Hauptsache auf abgeschnürte Extremitäten beschränkt.

Hierzu gehört auch die Anästhesierung von Fingern und Zehen

nach Oberst. Injiziert man bei gleichzeitiger Abschnürung rings unter die Haut des Finger- oder Zehengrundgliedes ½—1%ige Kokainlösung, so tritt nach einigen Minuten völlige Querschnittsanästhesie des ganzen Fingers oder der ganzen Zehe ein. Denn das infiltrierte Unterhautzellgewebe enthält sämtliche auf den Finger übergehende Nervenbahnen. Zuerst werden die feinen, die Haut des Grundgliedes versorgenden Nervenfasern leitungsunfähig. Allmählich dringt das Anästhetikum diffundierend auch in die größeren, Mittelglied und Endglied versorgenden Nervenstämme ein. Daher schreitet die Anästhesie vom Zentrum nach der Peripherie fort. Das Verschwinden der Sensibilität an der Fingerspitze zeigt den Moment an, wo alle Nervenbahnen im Unterhautzellgewebe des Grundgliedes unterbrochen sind. Bei Querschnittsoperationen an einem derartig anästhesierten Finger findet man diese Nervenstämme unempfindlich. Man kann den Finger an jeder Stelle quer durchschneiden, ohne daß eine Empfindung ausgelöst wird.

Von Oberst seit 1888 angewendet, ist diese Anästhesierungsmethode 1890 von Pernice beschrieben worden. Auch Kummer, und wohl noch andere, waren ähnlich vorgegangen. Aber erst durch meinen erneuten Hinweis im Jahre 1897 (XI, 16) und durch eine gleichzeitig erschienene Veröffentlichung Hackenbruchs (I, 11) wurde dieses Verfahren allgemein bekannt und überall eingeführt.

Praktische Versuche, die perineurale Kokaininjektion zur Leitungsunterbrechung einzelner Nervenstämme in größerer Entfernung vom Operationsgebiet zu verwenden, haben meines Wissens zuerst Hall und Halstedt gemacht. Ersterer anästhesierte durch Kokaininjektion den N. infraorbitalis, letzterer injizierte Kokainlösung an den Stamm des N. alveolaris inferior zum Zweck schmerzloser Zahnextraktion aus dem Unterkiefer.

Daß die gleichzeitige Abschnürung nicht unbedingtes Erfordernis für die Anästhesierung der Nervenstämme ist, zeigt eine Mitteilung von Krogius aus dem Jahre 1894. Allerdings sind dann konzentriertere Kokainlösungen erforderlich. Krogius sagt folgendes: wenn man unter die Haut des Handrückens, Handtellers oder Fußes quergestellte Streifen einer 2%igen Kokainlösung injiziere, würden ausgedehnte, peripher von der Einspritzungsstelle gelegene Gewebsabschnitte, also z. B. der ganze Handteller unempfindlich; wenn man an die vier von der Hand auf den Finger übertretenden Nervenstämme im ganzen 1—1½ ccm 2%iger Kokainlösung injiziere, werde nach 10 Minuten der ganze Finger völlig gefühllos. Eine Analgesie des ulnaren Randes der Hand bis zur Basis des vierten und fünften Fingers

könne man ferner auch dadurch zustande bringen, daß man die Injektion über dem N. ulnaris macht, da, wo er durch die Furche am inneren Condylus humeri verläuft. Macht man die Injektion in der Nähe der beiden Incisurae supraorbitales, so entstehe Analgesie der ganzen mittleren Partie der Stirn, bei Injektion um den Penis herum an dessen Wurzel werde die Vorhaut unempfindlich. Am Vorderarm und Unterschenkel, am Oberarm und Oberschenkel sei die Methode weniger präzis, am Rumpf habe sie sich nicht verwerten lassen. Ihre größte Intensität und Ausbreitung erreiche die Analgesie nach 5—10 Minuten und halte dann $^1/_4$ Stunde und länger an. Die Wirkungen des Kokains würden ausgiebiger, wenn der Esmarchsche Schlauch oberhalb der Injektionsstelle angelegt werde. Soweit Krogius. In der Tat, notwendig ist die Abschnürung nicht. 0,02 Kokain in 1 oder 2%iger Lösung, in der angegebenen Weise in einen Finger injiziert, machen denselben fast ausnahmslos nach Ablauf einiger Minuten auch ohne Unterbrechung des Blutstromes gefühllos. Aber die Anwendung der Hilfsmittel der Lokalanästhesie erlaubt Herabsetzung der Dosis des Anästhetikums und der Konzentration seiner Lösungen und ist empfehlenswert und nützlich zur Sicherung der Wirkung und Verlängerung der Dauer der Anästhesie. Selbst 0,1—0,2%ige Kokainlösung, zirkulär am Grundglied eines Fingers subkutan injiziert, genügt alsdann zur vollständigen Leitungsunterbrechung, doch ist die notwendige Wartezeit erheblich größer.

Die obenerwähnte Mitteilung des Verfassers hat eine Reihe von Veröffentlichungen veranlaßt (Honigmann, Manz, Arendt, Sudeck, Berndt, Gerhardt, Hölscher, Luxenburger), durch welche die vorzügliche Brauchbarkeit des Oberstschen Verfahrens an den Fingern und Zehen bestätigt wird, und in denen weiter die Bestrebungen von Interesse sind, die Leitungsanästhesie auszudehnen auf Hand und Fuß und darüber hinaus in der von Krogius angedeuteten Weise.

Manz injizierte nach Abschnürung der Extremität $^1/_2$—1%ige Kokainlösung am Vorderarm an den Stamm des N. radialis, ulnaris und medianus, über dem Fußgelenk an den N. peronaeus und tibialis und sah nach Verlauf von 20—45 Minuten Hand und Fuß völlig unempfindlich werden, so daß Operationen aller Art an Hand- und Fußwurzel, Mittelhand und Mittelfuß ausgeführt werden konnten. Über ähnliche Versuche an Hand und Vorderarm berichten Berndt, Hölscher und Luxenburger; Berndt ferner über eine schmerzlos ausgeführte Amputation nach Gritti, Gottstein über eine solche nach Pirogoff. Arendt und Hölscher bedienten sich des Verfahrens auch am Penis. Berndt und Hölscher hielten es für zweckmäßiger, anstatt der von

Pernice empfohlenen kleinen Quantitäten 1%iger Kokainlösung größere Mengen verdünnter (0,2% Hölscher, 0,05% Berndt) Kokain- und Eukainlösungen einzuspritzen, während Manz schon ½%ige Kokainlösungen nicht mehr durchaus gute Resultate gaben. Berndt hat sogar einmal physiologische Kochsalzlösung injiziert, in der Meinung, daß die Ödemisierung der Gewebe mit einer indifferenten Flüssigkeit an und für sich die Sensibilität beeinträchtigen könne. Luxenburger empfahl 2%ige Nirvaninlösung zur Anästhesierung der Nervenstämme. Hölscher glaubt, sämtliche Nervenverbindungen zwischen Peripherie und Zentrum am besten durch eine Infiltration des gesamten Querschnitts einer Extremität mit verdünnten Kokainlösungen unterbrechen zu können*). Fast alle Beobachter sind darüber einig, daß es an den Extremitäten, abgesehen von Fingern und Zehen, meist sehr lange (bis zu einer Stunde) dauert, bis die Leitungsfähigkeit der großen Nervenstämme aufgehoben ist, daß die Abschnürung der Extremitäten dabei nicht entbehrt werden kann, und daß die Notwendigkeit der langdauernden Abschnürung des Beins oder Arms auch bei vorsichtigster Ausführung eine für die Kranken sehr lästige und schmerzhafte Beigabe des Verfahrens ist. Nur bei besonders mageren Extremitäten ist der zur Unterbrechung des Blutstroms nötige Druck der umschnürenden Gummibinde so gering, daß er ohne besondere Beschwerden längere Zeit vertragen wird.

Wieviel bei dem Endeffekt bei derartigen Operationen dem injizierten Medikament, wieviel der durch die Abschnürung bewirkten Kompression der Nervenstämme zuzuschreiben ist, hält Manz nicht für möglich zu entscheiden, während Kofmann der Abschnürung die Hauptrolle zuspricht und die gleichzeitige Injektion anästhesierender Lösungen überhaupt für überflüssig hält. Die mit der Abschnürung verbundene Anämie der Gewebe alteriert zwar (s. 3. Kap.) die Sensibilität erst so spät, daß sie als aktives Anästhetikum hierbei wohl kaum in Frage kommt, die Abschnürung einer Extremität kann dagegen, wenn sie sehr fest gemacht ist, an und für sich schon Leitungsanästhesie hervorrufen. Ich bin deshalb auch der Meinung, daß manche der mitgeteilten Fälle, namentlich die, wo sehr verdünnte Kokainlösung oder gar Kochsalzlösung injiziert wurde, und wo bis zum Eintritt der Anästhesie eine sehr lange Wartezeit notwendig war, nicht ohne weiteres als Beispiele gelungener Kokainisierung großer Nervenstämme angesehen werden können, vielmehr bei ihnen wahrscheinlich die Abschnürung

*) Diese Versuche hat neuerdings Hohmeier (XIX, 10, 11) wieder aufgenommen.

nicht bloß die Wirkung des Anästhetikums gesteigert hat, sondern an und für sich als Anästhetikum mitgewirkt hat, vielleicht sogar teilweise die Anästhesie allein hervorgerufen hat.

Ich habe im Jahre 1903 experimentelle Untersuchungen über die Leitungsanästhesie veröffentlicht (XI, 19) und habe den in der Physiologie gebräuchlichen Ausdruck „Leitungsanästhesie" in die angewandte Wissenschaft eingeführt. Es ergaben diese Untersuchungen, daß durch Injektion von Kokain in Verbindung mit Abschnürung oder Anwendung von Suprarenin der N. ulnaris, radialis, medianus, tibialis und peroneus an bestimmten Stellen leicht unterbrochen werden und daß Suprarenin die Abschnürung ersetzen kann. Es tritt nach der Unterbrechung sensible und motorische Lähmung ein. An den gemischten Extremitätennerven werden ferner auch die Vasomotoren gelähmt, so daß ihr Innervationsgebiet, wie im Heidenhainschen Versuch nach Nervendurchschneidung, hyperämisch wird. Die sensible Lähmung beginnt gewöhnlich vor der motorischen und hält länger an als letztere, woraus zu schließen ist, daß die sensiblen Nerven gegen Anästhetika empfindlicher sind wie die motorischen. Die subkutan verlaufenden langen Hautnerven sind sehr leicht zu unterbrechen, wenn man nach dem Vorgange von Krogius das Unterhautzellgewebe in einen quer zu ihrem Verlauf gestellten Streifen infiltriert. Wegen des individuell wechselnden Übergreifens des Innervationsgebiets des einen Nerven in das des anderen ist eine praktisch verwertbare periphere Leitungsanästhesie meist nur durch gleichzeitige Ausschaltung mehrerer Nervenstämme zu erzielen. Die Extremitäten müssen wegen der Vasomotorenlähmung während der Operation abgeschnürt sein, falls gemischte Nerven nahe der Wurzel des Gliedes unterbrochen wurden. Die abschnürende Binde braucht aber, falls Suprarenin angewendet wird, erst unmittelbar vor Beginn der Operation angelegt zu werden. Während der Wartezeit bis zum Eintritt der Leitungsunterbrechung kann man durch Anlegen einer Staubinde die Resorption der injizierten Substanzen noch mehr beschränken.

Die Anwendung des Suprarenins machte die Leitungsanästhesie an anderen Körperstellen ebenso zuverlässig, wie an den Extremitäten. Bereits in der eben erwähnten Arbeit beschrieb ich die Unterbrechung des N. supraorbitalis und der Okzipitalnerven, ferner der am hinteren Rande der Sternokleidomastoideus hervortretenden Zervikalnerven und des N. laryngeus superior bei Kehlkopfoperationen. In der zweiten Auflage dieses Buches sind weiter beschrieben die Unterbrechung der Interkostalnerven, die schon von Halstedt versuchte Unterbrechung des N. alveolaris inferior, ferner die des N.

lingualis. Einen weiteren Fortschritt führte die Einführung des Novokains herbei, insofern, als nun fast unbegrenzte Mengen stark anästhesierend wirkender Lösung zur Verfügung standen. Alle Anwendungsformen der Leitungsanästhesie, die Infiltration von Gewebsschichten, welche Leitungsbahnen enthalten, die Umspritzung des Operationsfeldes, die Unterbrechung einzelner Nervenstämme haben hiervon Vorteil gehabt. Bessere Methoden für die Operationen im Trigeminusgebiet, für die Halsoperationen, für die Operationen am Thorax, an den Unterleibsbrüchen wurden gefunden, bei denen die Leitungsanästhesie durch perineurale Injektion die Hauptsache ist. Endlich führten Läwen die perkutane Anästhesierung des N. ischiadicus und femoralis, Hirschel und Kulenkampff die perkutane Anästhesierung des Plexus brachialis aus.

Das Nähere hierüber findet sich in den speziellen Kapiteln. Im allgemeinen hat sich gezeigt, daß einzelne große Nervenstämme leicht und sicher dann mit der Hohlnadel zu treffen und zu unterbrechen sind, wenn ihre Lage irgendwie durch Knochenpunkte fixiert ist, daß weit größere Übung notwendig ist, wenn sie mitten in Weichteilen gelegen sind. Im letzteren Falle bilden die beim Berühren des Nervenstammes mit der Hohlnadel entstehenden, in die Peripherie ausstrahlenden Parästhesien, welche die Kranken empfinden, das sicherste Mittel, die Spitze der Hohlnadel an die richtige Stelle zu bringen. Um in dieser Beziehung von den Angaben der Kranken unabhängig zu sein, konstruierte Perthes (XIX, 20) eine mit Isolierlack überzogene Hohlnadel, die sich in den Stromkreis eines faradischen Apparats einschalten läßt. Sobald die Nadelspitze einen gemischten Nerven berührt, werden Kontraktionen der von ihm versorgten Muskeln ausgelöst.

B. Leitungsanästhesie durch endoneurale Injektion anästhesierender Lösungen.

Dies Verfahren, zuerst von amerikanischen Chirurgen (Crile, Matas, Cushing) ausgeführt, besteht darin, daß die Hohlnadel in sämtliche, die Operationsgebiete mit sensiblen Fasern versorgenden Nervenstämme eingestochen und unter die fibröse Nervenscheide oder zwischen die Fibrillenbündel eine kleine Quantität der anästhesierenden Lösung injiziert wird, welche den Nervenstamm möglichst vollständig durchtränkt und eine kolbige Anschwellung desselben hervorruft. Es tritt dann bei Verwendung geeigneter Lösungen eine fast sofortige Leitungsunterbrechung ein, wie wenn der Nerv durchschnitten wäre. Zur Ausführung dieses Verfahrens ist in den meisten Fällen die

Freilegung der Nervenstämme unter Lokalanästhesie fern vom Operationsgebiet notwendig. Crile, welcher eingehende Tierversuche über die Wirkung von Kokain und Eukain bei der Injektion in Nervenstämme anstellte und fand, daß die beiden Mittel bei dieser Art der Anwendung sich nicht merklich voneinander unterscheiden, hat fünfmal Unterschenkelamputationen in der Weise ausgeführt (die erste schon im Jahre 1887), daß er den N. ischiadicus in der Glutäalfalte, den N. femoralis in der Leistenbeuge freilegte und in jeden der Nervenstämme Kokain- bzw. Eukainlösung injizierte. Die Kranken wurden, nachdem sie ihre Einwilligung zu der Operation gegeben hatten, über das, was mit ihnen geschah, im unklaren gelassen, um den psychischen Eindruck der Amputation zu vermeiden. Die Leitungsunterbrechung der Nervenstämme dauerte 25—30 Minuten. Matas, von dem die Bezeichnung „endoneurale" und „perineurale" Injektion stammt, ging teils in derselben Weise vor, teils legte er bei Operationen am Fuß und Unterschenkel unter Infiltrationsanästhesie den N. popliteus und N. saphenus frei und injizierte Kokainlösung in dieselben, worauf totale Anästhesie vom Knie abwärts eintrat. Vorderarm und Hand anästhesierte Matas in der Weise, daß er, gleichfalls mit Hilfe der Infiltrationsanästhesie, am Ellenbogen den N. ulnaris, medianus und radialis freilegte und in jeden $^1/_4$—$^1/_2$ ccm 1%ige Kokainlösung injizierte. Dann wurde der Oberarm abgeschnürt, die Wunde genäht und verbunden und die beabsichtigte Operation ausgeführt. Die Sensibilität kehrte 10—15 Minuten nach Entfernung der abschnürenden Binde wieder. Den Plexus brachialis anästhesierte Crile.

Unter Infiltrationsanästhesie mit 0,1%iger Kokainlösung wurde durch einen Schnitt am hinteren Rande des Sternokleidomastoideus der Plexus brachialis und die A. subclavia freigelegt und in jeden Nervenstamm $^1/_2$%ige Kokainlösung injiziert, eben genügend, um eine kleine lokale Anschwellung desselben zu verursachen. Die Arterie wurde temporär abgeklemmt und der Arm in der Schulter exartikuliert. Die Operation war schmerzlos bis auf den Hautschnitt hinten und außen.

In gleicher Weise führte Crile eine Amputation in der Mitte des Oberarms aus, während bei einer Exartikulation des Oberarms mit dem Schultergürtel teilweise Narkose nötig war, wie nicht anders zu erwarten. Crile machte ferner darauf aufmerksam, daß es leicht gelingt, in den N. ulnaris am Ellenbogen endoneural anästhesierende Lösung zu injizieren, ohne ihn freizulegen. Die Leitungsunterbrechung folgt alsdann fast unmittelbar der Injektion. Auch der N. perodaeus in der Kniekehle kann meist direkt mit der Hohlnadel getroffen werden. Das gleiche gilt von den Trigeminusstämmen an der Schädelbasis und vom Ganglion Gasseri.

Die Notwendigkeit der Freilegung der Nervenstämme, wie sie von Crile und Matas geübt wurde, stellt eine solche Komplikation des Anästhesierungsverfahrens dar, daß man im allgemeinen nur dann zu ihm greifen wird, wenn strikte und zwingende Gründe die Anwendung der Narkose verbieten. Crile hebt als einen besonderen Vorteil hervor, daß bei vollständiger Leitungsunterbrechung der Nerven des Operationsgebietes der Operationchok wegfalle. Cushing und andere amerikanische Chirurgen empfehlen aus dem gleichen Grunde, große Nervenstämme, auch wenn die Operation in Narkose ausgeführt wird, z. B. bei Schulterexartikulationen, vor der Durchschneidung stets zu kokainisieren. Wie dem auch sei, die Injektion von anästhesierenden Lösungen in ad hoc unter Infiltrationsanästhesie freigelegte Nervenstämme ist ein sicheres und ganz unschädliches Anästhesierungsverfahren, das gelegentlich zweckmäßige Verwendung finden kann.

Wesentlich einfacher ist es, wenn durch den für die beabsichtigte Operation notwendigen Schnitt selbst größere Abschnitte des Operationsfeldes versorgende sensible Nervenstämme freigelegt und unterbrochen werden können. Diesen Weg hat Cushing bei der operativen Behandlung der Inguinalhernien beschritten. Er legte unter Schleichscher Infiltrationsanästhesie die Gegend des Leistenkanals frei, suchte unter der Faszie den Stamm des N. ileoinguinalis und spermaticus externus auf und injizierte in jeden derselben 1%ige Kokainlösung. Es wird darauf der Bruchsack und seine Umgebung, der Samenstrang, der Testikel und ein Teil der Haut der Inguinalgegend unempfindlich.

C. Die Lumbalanästhesie und die sakrale Anästhesie.

Eine mittels der von Quincke angegebenen Lumbalpunktion in den Lumbalsack der Dura spinalis injizierte anästhesierende Lösung vermischt sich mit dem Liquor cerebrospinalis und unterbricht die Leitung der Nervenstämme der Cauda equina und der Wurzeln der spinalen Nerven, mit denen sie in Berührung kommt (Corning, Bier).

Wird mittels der von Cathelin erfundenen Sakralpunktion ein Anästhetikum in den epiduralen Raum des Wirbelkanals injiziert, so kann es auf die diesen Raum durchziehenden, von einer Durascheide umhüllten spinalen Nerven auf deren Wege vom Duralsack bis zum Intervertebralloch einwirken und sie unterbrechen (Läwen).

Beide Methoden, die Lumbalanästhesie und die Sakralanästhesie, sind also besondere Formen der Leitungsanästhesie. Da sie jedoch ihre eigene Technik und ihre eigenen Indikationen besitzen, mit der Lokalanästhesie nicht konkurrieren, sich zu besonderen Anästhesierungs-

verfahren entwickelt haben und als solche in einem gewissen Gegensatz zur Lokalanästhesie im engeren Sinne stehen, beschränken wir uns darauf, sie hier erwähnt zu haben.

5. Die Venenanästhesie.

Bier hat im Jahre 1908 einen weiteren erfolgreichen Weg gefunden, um ein Anästhetikum mit der Nervensubstanz in Kontakt zu bringen. Er injizierte Novokainlösung in eine freigelegte Subkutanvene eines von zwei abschnürenden Gummibinden eingeschlossenen Abschnittes der zuvor blutleer gemachten Extremitäten. Experimentelle Untersuchungen hatten gezeigt, daß die Venenwände außerordentlich durchlässig sind für wässerige Flüssigkeiten. Die injizierte Lösung durchdringt daher sehr schnell den ganzen Gliedabschnitt und erzeugt innerhalb des von den beiden Binden begrenzten Bezirks terminale Anästhesie. Bier nennt sie „direkte Venenanästhesie". Die Lösung dringt aber auch in die diesen Bezirk durchlaufenden Nervenstämme ein und erzeugt deshalb Leitungsanästhesie, „indirekte Venenanästhesie" in dem ganzen distal gelegenen Abschnitt der Extremität. Die Technik der Venenanästhesie, außer von Bier selbst, eingehend von Härtel beschrieben, ist folgende.

Die desinfizierte Extremität wird eleviert und mit einer sterilisierten Gummibinde über die Stelle hinaus, wo injiziert werden soll, sehr sorgfältig blutleer gemacht. Dicht über der Expulsionsbinde wird die Extremität mit einer zweiten Gummibinde abgeschnürt. Nun wird die Expulsionsbinde abgewickelt bis zu einer Stelle, welche von der oberen Kompressionsbinde nicht weniger als eine Hand breit und nicht mehr als drei Hände breit entfernt ist. Hier wird die zweite Kompressionsbinde angelegt (Fig. 8). Für periphere Gliedabschnitte ist die direkte Venenanästhesie unter Anwendung von nur einer Kompressionsbinde ausführbar, doch soll diese nicht höher als in der Mitte des Vorderarms oder Unterschenkels liegen. Operationen in infizierten Geweben dürfen nur im Gebiet der indirekten Venenanästhesie ausgeführt werden. Man legt zu diesem Zweck oberhalb des infektiösen Terrains eine Kompressionsbinde um die Extremität, beginnt die Auswicklung erst an dieser Stelle und legt oberhalb die zweite Kompressionsbinde an. Dicht unter der oberen Kompressionsbinde wird unter Infiltrationsanästhesie eine der großen subkutanen Venen, V. basilica, cephalica, mediana, saphena magna, aufgesucht und freigelegt. Um die Vene sicher zu finden, ist es empfehlenswert, sich vor Auswicklung des Blutes über ihren Verlauf zu informieren und ihre Lage zu markieren, oder sie schon vorher freizu-

legen, solange sie noch gefüllt ist. Ich empfehle letzteres stets zu tun, damit die die Kranken belästigenden Kompressionsbinden nicht unnötig lange zu liegen brauchen.

Das von Bier angegebene Instrumentarium zur Einspritzung (Fig. 9) besteht aus einer 100 ccm fassenden Spritze, an der mittels dickwandigen Gummischlauchs ein Ansatzstück für die Kanüle befestigt ist. Letztere ist mit einem Verschlußhahn, sowie mit Rillen zum Einbinden in die Vene versehen und läßt sich an dem Ansatzstück durch Bajonettverschluß verläßlich fixieren. Die Kanüle wird, wie zur intravenösen Kochsalzinfusion, in die Vene eingebunden, aber nicht wie bei jener in das zentrale, sondern in das periphere Venenende.

Fig. 8.
Abschnürung zur Venenanästhesie.

Man injiziert nun unter gleichmäßigem, zuweilen zur Überwindung der sich stellenden Venenklappen recht erheblichen Druck langsam ½%ige Novokainlösung ohne Suprareninzusatz, an der oberen Extremität 40—50 ccm, an der unteren Extremität 70—100 ccm, je nach der Dicke des Gliedes. Falls während der Einspritzung aus kleinen Gefäßquerschnitten der Wunde Lösung aussickert, so werden diese sofort mit Klemmen gefaßt. Nach beendeter Injektion wird die Kanüle durch den Hahn verschlossen und nach Unterbindung der Vene abgeschnitten. Die kleine Wunde wird durch die Naht geschlossen. In dem unter der unmittelbaren Wirkung des Anästhetikums stehenden Gliedabschnitt tritt nach längstens fünf Minuten Anästhesie im ganzen Querschnitt ein; bis zum Eintritt der indirekten Anästhesie, sowie einer schlaffen motorischen Lähmung im peripheren Gliedabschnitt vergehen 5—15 Minuten. Die periphere Kompressionsbinde kann nun, wenn sie der Ausführung der Operation hinderlich ist, entfernt werden.

Die Anästhesie besteht so lange, als die obere Kompressionsbinde liegt. Wird sie gelöst, so kehrt die Sensibilität meist sehr schnell, nach

wenigen Minuten, zurück. Suprareninzusatz zur Novokainlösung führt nach Biers Beobachtung nur ausnahmsweise eine Verlängerung der Venenanästhesie herbei, hindert dagegen die gleichmäßige Verteilung der injizierten Lösung und ist deshalb nicht zu empfehlen.

Die Venenanästhesie ist, in passenden Fällen angewendet, gefahrlos, insbesondere ist eine Novokainvergiftung nach den bisherigen Erfahrungen nicht zu befürchten. Geeignet für die Venenanästhesie sind Operationen, auch Gelenkresektionen und Amputationen, etwa von der

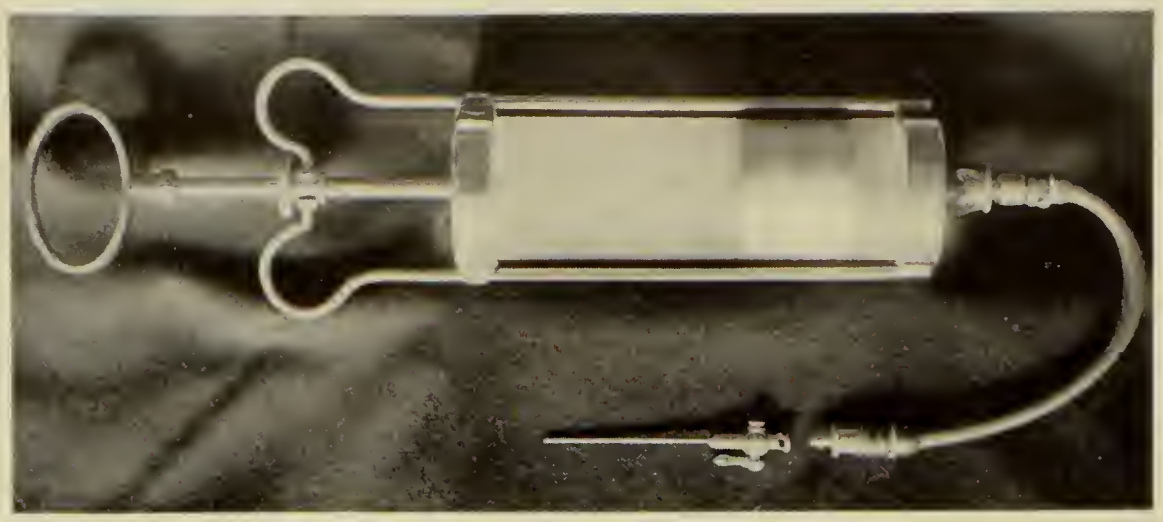


Fig. 9. Instrumentarium zur Venenanästhesie.

Mitte des Oberschenkels bzw. Oberarms abwärts. Ausgenommen sind jedoch Amputationen bei sensibler und diabetischer Gangrän (Bier). Auch bei akut septischen Erkrankungen wird man Bedenken tragen müssen, eine große Vene absichtlich zu eröffnen, selbst wenn man sich vom infizierten Gebiet fernhält.

Die obere Kompressionsbinde verursacht, nachdem sie einige Zeit gelegen hat, meist recht erhebliche Beschwerden. Der Kompressor nach Perthes erleichtert dieselben etwas. Momburg schlägt vor, nach Eintritt der Anästhesie eine zweite Kompressionsbinde im Gebiet der direkten Anästhesie anzulegen und die erste, Beschwerden verursachende zu entfernen. Unangenehm ist, wie Bier selbst hervorhebt, bei Amputationen die schnelle Rückkehr der Sensibilität nach Lösung der Binde. Die Operation muß vorher beendet sein, wodurch eine Revision der Blutstillung sehr erschwert wird.

Die Ausbeute in der Literatur über die Venenanästhesie ist bis jetzt sehr kümmerlich*). Schlesinger glaubt, von der Blutleere absehen und

*) Die neuen Arbeiten von Hayward und Kaerger konnten nicht mehr berücksichtigt werden.

sie durch größere Novokainmengen ersetzen zu können. Er punktiert eine gestaute Vene mit einem dünnen Troikart, beseitigt die Stauung, legt die Kompressionsbinden an und injiziert. Es ist uns nicht klar, wie man da den erheblichen Druck der sich sperrenden Venenklappen überwinden kann. Jerusalem, Mantelli, Hitzrot, Goldberg, Petrow berichten über günstige Erfahrungen. Von Eiselsberg bemerkte in der Diskussion zu dem Vortrag Jerusalems, daß er die Venenanästhesie nur bei bestehender Kontraindikation gegen andere Anästhesierungsverfahren anwende. Ich selbst halte diese ingeniöse Methode Biers für eine wertvolle Bereicherung unserer Anästhesierungsmethoden bei aseptischen Operationen an den Extremitäten, die der gewöhnlichen Lokalanästhesie nicht zugänglich sind. Letztere Beschränkung hat Bier selbst angegeben.

6. Die arterielle Anästhesie.

Alms und Maurel waren die ersten Forscher, welche die nach intraarterieller Einverleibung von Kokain in Arterien entstehenden Lähmungen im Stromgebiet der betreffenden Arterie bei Tieren beobachteten und beschrieben (s. S. 88).

Der spanische Chirurg Goyanes machte 1909 den Versuch, die arterielle Anästhesie praktisch zu verwerten, und berichtete 1910 über 23 Fälle, darunter Amputationen und Resektionen, wo das Verfahren angewendet wurde. 20 mal wurde gute, meist absolute Anästhesie erzielt. Ransohoff führte in arterieller Anästhesie eine Amputatio antebrachii, Oppel mehrere Operationen an der Hand und am Fuß aus. Als Injektionsstelle diente die A. radialis, dorsalis pedis, femoralis und brachialis. Das Glied wird abgeschnürt und blutleer gemacht, unterhalb der Kompressionsbinde die Arterie freigelegt und mit Hilfe einer feinen Hohlnadel das Anästhetikum in das Gefäß injiziert. Goyanes brauchte hierzu 50—100 ccm ½%ige Novokainlösung. Kleinere Mengen waren nach von Oppel ungenügend. Ransohoff injizierte 4—8 ccm ½%ige Kokainlösung. Goyanes empfiehlt das Verfahren hauptsächlich für die obere Extremität, da er an der unteren die Lumbalanästhesie vorzieht.

Hotz hat die arterielle Anästhesie kürzlich nachgeprüft. Er empfiehlt, in Lokalanästhesie zunächst die Arterie freizulegen, dann das Glied wie bei der Venenanästhesie auszuwickeln und oberhalb abzuschnüren, endlich eine feine Hohlnadel schräg nach abwärts gerichtet in die Arterie einzuführen und ½—1%ige Novokainlösung mit Suprareninzusatz zu injizieren. Für die A. brachialis braucht man 20—25 ccm, für die A. femoralis 40 ccm ½%ige N.-S.-Lösung. 1—2 Minuten nach

der Injektion tritt vollkommene Anästhesie im Stromgebiet der Arterie ein. Bei Anwendung stärkerer (3%iger) Novokainlösung verursachte die Injektion heftigen Schmerz. Nach Lösung der Konstriktionsbinde kehrt die Sensibilität meist sofort wieder zurück. Auf diese Weise wurden zehn Operationen an Hand und Vorderarm, Fuß und Unterschenkel ausgeführt. In drei Fällen, bei mageren Patienten, gelang es, das Novokain perkutan in die A. femoralis und brachialis zu injizieren, ohne sie zuvor freizulegen. In diesen Fällen wurde rasch injiziert und dann sofort das Glied abgeschnürt. Schädliche Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet. Das Verfahren kann nach Hotz der Inhalationsanästhesie oder der Lokalanästhesie im engeren Sinne keine Konkurrenz machen, erwies sich aber schätzbar bei Phthisikern, bei alten Leuten mit Bronchitis und Herzfehlern und anderen Kranken, die man nicht narkotisieren wollte.

Den Übelstand, daß die Extremität oberhalb des anästhetischen Gebiets abgeschnürt werden muß und daß die Sensibilität nach Lösung der Konstriktionsbinde sehr schnell zurückkehrt, teilt also die arterielle mit der venösen Anästhesie. Dieser gegenüber hat sie den Nachteil, daß das Aufsuchen der Arterien, welches wohl in den meisten Fällen nicht zu umgehen sein wird, ein komplizierterer Eingriff ist, als das Aufsuchen einer Hautvene. An der oberen Extremität dürfte das Verfahren kaum noch in Frage kommen, nachdem man gelernt hat, den Plexus brachialis perkutan zu anästhesieren.

Der von den oben genannten Autoren, sowie von Girgolaw der Venenanästhesie gegenüber besonders hervorgehobene Vorteil, die Anästhetika seien bei intraarterieller Einverleibung weniger toxisch als bei intravenöser Injektion, hat keine praktische Bedeutung, weil die letztere bei gleichzeitiger Abschnürung nach Bier gefahrlos ist. Auch halte ich diese Annahme im Hinblick auf Tierversuche, die ich selbst im Jahre 1900 vorgenommen habe (s. S. 95), nicht für zutreffend. Es kommt vielmehr ganz auf die Versuchsanordnung an. Injiziert man Kokain in eine zuvor unterbundene oder längere Zeit abgeklemmte Arterie, so sind seine toxischen Wirkungen selbstverständlich viel geringere, als wenn man das Gift in eine Vene mit ungehinderter Zirkulation bringt. Injiziert man aber Kokain derart in das Stromgebiet einer zuvor unterbundenen oder längere Zeit abgeschnürten Vene, daß das Mittel — wie bei der Bierschen Venenanästhesie — imstande ist, sich aus der Vene zu entfernen und Anästhesie zu erzeugen, dann sind seine toxischen Wirkungen selbstverständlich viel geringere, als wenn man das Gift in eine Arterie mit ungehinderter Zirkulation injiziert. Man kann daher mit gleichem Recht behaupten, Kokain sei bei intravenöser Injektion weniger toxisch als bei intraarterieller Injektion.

10. Kapitel.

Die Bedeutung, die Indikationen und die allgemeine Technik der Lokalanästhesie.

Die Bedeutung der Lokalanästhesie ist für die verschiedenen Disziplinen der operativen Heilkunde nicht die gleiche. In der Ophthalmologie, Laryngologie und Rhinologie ist sie seit langer Zeit das weitaus wichtigste Anästhesierungsverfahren, für die Urologie hat sie erhebliche, für die Otologie und Gynäkologie bisher geringere Bedeutung. In der Zahnheilkunde hat das Suprarenin die Anwendung der Lokalanästhesie bahnbrechend beeinflußt. Haben doch Zahnärzte geäußert, für sie sei die Einführung dieses Mittels etwa von ähnlicher Bedeutung gewesen, wie die Entdeckung der Inhalationsanästhesie für die Chirurgie im allgemeinen. Hiervon legt auch der außerordentlich große Raum Zeugnis ab, den die Lokalanästhesie in der zahnärztlichen Literatur der letzten Jahre einnimmt.

In der Chirurgie hat der Kurs der Lokalanästhesie stark geschwankt. Wir begegnen einer Hausse unmittelbar nach der Entdeckung des Kokains. Bereits im darauffolgenden Jahre waren fast alle Anwendungsformen des Mittels, welche möglich schienen, Infiltrationsanästhesie, Leitungsanästhesie, Lumbalanästhesie, mit mehr oder weniger Erfolg bei chirurgischen Operationen versucht. Es folgte die durch die Kokainvergiftungen bedingte Baisse. Neues Interesse erregte der technische Ausbau der Infiltrationsanästhesie durch Reclus und Schleich. Es schien, als ob die Infiltrationsanästhesie das wichtigste Anästhesierungsverfahren werden sollte. Denn Leitungsanästhesie, auch in Form der von Hackenbruch erfundenen Umspritzung, führte in der Hauptsache nur in Verbindung mit Abschnürung an den Extremitäten (Oberst) zu praktisch wichtigen Ergebnissen. Die Infiltrationsanästhesie ließ viel zu wünschen übrig und wir hätten zurzeit wohl wiederum eine Baisse, wenn nicht die Einführung des Suprarenins und der Ersatz des Kokains durch weniger toxische Mittel einen Ausbau der Technik in anderer Richtung ermöglicht und der Lokalanästhesie wieder auf die Beine geholfen hätte. Das Charakteristische der neueren Technik ist die Umspritzung der Operationsfelder, die Leitungsunterbrechung einzelner Nervenstämme und, wo es erforderlich ist, die Kombination dieser beiden Verfahren mit der direkten Infiltration der Schnittlinien und Operationsfelder, wie sie Reclus und Schleich lehrten. Abschnü-

rung ist für die Leitungsanästhesie nicht mehr nötig. Sie ist deshalb an anderen Körperteilen ebensogut anwendbar, wie an den Extremitäten. Leitungs- und Infiltrationsanästhesie sind die weitaus wichtigsten örtlichen Anästhesierungsmethoden. Die Oberflächenanästhesierung behält in gewissen Disziplinen ihren alten Wert.

Die Hauptsache ist die Möglichkeit, fast beliebige Mengen einer Lösung dem Körper einverleiben zu können, welche örtliche Anästhesie von einer bis dahin unbekannten Intensität und Dauer hervorzurufen imstande ist. Diese Möglichkeit allein hat der Lokalanästhesie in der Chirurgie günstigere Bedingungen geschaffen und hat ihren Fortschritt bedingt. Veränderungen der Injektionstechnik mit den alten Mitteln hätten dies durchaus nicht vermocht. Die Einführung von Novokain und Suprarenin ist für die Lokalanästhesie ein ebenso wichtiges Ereignis, wie die Einführung des Kokains.

Die Domäne der Lokalanästhesie war bisher in der Hauptsache die sogenannte kleine, ambulatorische Chirurgie. Nur von einzelnen Spezialisten sind einige wenige typische Operationen der großen Chirurgie mehr oder weniger regelmäßig in Lokalanästhesie geübt worden. In den letzten Jahren hat aber letztere dank der Verbesserung und Vereinfachung ihrer Technik auch in den chirurgischen Anstalten ganz bedeutend an Boden gewonnen, wie die Mitteilungen von Roith, Nast-Kolb (XVI, 19), Bier (XV, 1), Madelung (XV, 14), Axhausen, Hesse u. a. zeigen. In welchem Umfang sie da angewendet wird, darüber geben die Statistiken einiger Anstalten über ihre Operationen an stationären, nicht ambulanten Kranken Auskunft und lassen zugleich den aufsteigenden Kurs der Lokalanästhesie erkennen (s. Tabelle auf S. 195).

Die Lokalanästhesie besitzt vor der Narkose und Lumbalanästhesie erhebliche Vorteile. Ihre Anwendung ist mit keiner Lebensgefahr verbunden, das Allgemeinbefinden der Kranken wird nicht gestört, die der Narkose zuweilen folgenden, dem Krankheitsverlauf nicht selten ungünstigen Nachwirkungen bleiben aus, die in Ambulanz behandelten Kranken bedürfen keiner weiteren Beobachtung, sondern können nach Ausführung einer Operation entlassen werden. Wir haben ferner gelernt, örtliche Anästhesie von so langer Dauer zu erzielen, daß den Kranken über die Stunden des ersten und heftigsten Wundschmerzes nach der Operation hinweggeholfen wird. Die Behauptung, der Wundschmerz sei bei den in Lokalanästhesie operierten Kranken heftiger wie bei den in Narkose operierten, widerspricht allen unseren Erfahrungen. Es gibt natürlich Kranke, welche nach Operationen aus den verschieden-

artigsten Gründen heftige Schmerzen haben, welches Anästhesierungsverfahren man auch anwenden mag. Die Lokalanästhesie vermehrt jedoch diese Schmerzen nicht, sondern sie lindert sie in der Zeit bis zur Rückkehr der Sensibilität. Weiter macht sie den narkotisierenden Assistenten überflüssig. Es ist allerdings sehr wichtig, daß während einer länger dauernden Operation sich jemand mit dem Kranken beschäftigt („moral anaesthesist" der Amerikaner). Ein nicht zu unterschätzender Vorteil unserer Lokalanästhesie ist endlich die durch die Anwendung von Suprarenin bedingte Blutarmut des Operationsfeldes, ein Vorteil, der bei gewissen Operationen von ausschlaggebender Bedeutung ist.

	Jahrgang	Zahl der Operationen	Narkosen	Lokalanästhesien	Lumbalanästhesien
Heidelberger chirurg. Klinik (Narath, Wilms)	1906	1917	1633 (85,0 %)	218 (11,4 %)	33 (1,7 %)
	1907	1936	1377 (71,0 %)	426 (22,0 %)	106 (5,5 %)
	1908	2070	1460 (70,5 %)	559 (27,0 %)	20 (1,0 %)
	1910	2303	1583 (68,7 %)	632 (27,4 %)	2
	1911	2532	1063 (42,0 %)	1375 (54,2 %)	10
Städt. Krankenhaus Stettin (Hesse)	1908	1762	1364 (77,3 %)	199 (11,3 %)	15 (0,8 %)
	1909	1940	1294 (66,7 %)	413 (21,3 %)	26 (1,3 %)
Krankenstift Zwickau (Braun)	1908	1529	1078 (70,3 %)	375 (24,8 %)	4 (0,2 %)
	1909	1542	995 (64,5 %)	489 (31,7 %)	5 (0,3 %)
	1910	1811	1029 (56,8 %)	727 (40,1 %)	3 (0,1 %)
	1911	1898	987 (52,0 %)	817 (43,0 %)	9
	1912	1866	903 (48,0 %)	922 (49,0 %)	5
Chirurg. Klinik der Charité (Axhausen)	1. II. 1909 b. 1. II. 1910	1600		240 (15,0 %)	

Man hat der Lokalanästhesie vorgeworfen, sie sei zu zeitraubend. Das ist ein gründlicher Irrtum. Denn die Anästhesierung eines Operationsfeldes nimmt meist weniger Zeit in Anspruch, wie die Einleitung einer Narkose. Der Vorwurf, die Lokalanästhesie hindere den Operateur an der exakten Ausführung von Operationen, trifft allenfalls für die ersten Versuche eines Unerfahrenen zu. Im übrigen ist das Gegenteil richtig. Die Eigenschaft, daß der Operateur, der sie anwenden will, ihre Technik, ihre Indikationen und ihre Grenzen kennen lernen muß, teilt die Lokalanästhesie mit jedem anderen technischen Verfahren. Schlechte und ungenügende örtliche Anästhesien kommen freilich auch dem Geübtesten vor, ebenso wie schlechte Narkosen. Aber erstere bringen keinen Schaden, letztere sind gefährlich.

Die Lokalanästhesie ist daher die Methode der Wahl,

wenn mit Wahrscheinlichkeit, ohne Anwendung zu großer Dosen des Anästhetikums, ohne allzu große Umstände und Künsteleien das Operationsfeld in ganzer Ausdehnung, nicht nur teilweise, unempfindlich gemacht werden kann, wenn der Operateur Technik und Grenzen der Methode kennt und wenn der psychische Zustand des Kranken die Vermeidung des narkotischen Schlafes zuläßt.

Über die letztgenannte Einschränkung sind noch einige Worte hinzuzufügen. Die Bedeutung der psychischen Kontraindikation ist in der Entwicklungsperiode der Lokalanästhesie — auch von mir selbst — sehr überschätzt worden. Jetzt spielt sie eine geringe Rolle. Wenn die Kranken bemerken, daß man ihnen wirklich keinen Schmerz verursacht, dann beruhigen sie sich meist schnell, selbst bei eingreifenden und langwierigen Operationen, die Kenntnis der Tatsache, daß eine Lokalanästhesie existiert, ist — wenigstens in meinem Wirkungskreise — bereits weit verbreitet, und endlich lassen sich aufgeregte Kranke und gut erzogene Kinder durch geeignete Vorbereitung, wovon noch die Rede sein wird, und durch allerlei kleine Hilfsmittel entsprechend beeinflussen.

Eine Kombination von Lokalanästhesie und Inhalationsanästhesie kann aus verschiedenen Gründen nötig sein. Zunächst als Notbehelf, wenn die örtliche Anästhesierung des Operationsfeldes aus irgend einem Grunde ungenügend war. Je größer die Übung und Erfahrung des Operateurs ist, desto seltener wird dies vorkommen.

In anderen Fällen wird die gleichzeitige Hilfe der Narkose von vornherein beabsichtigt. Manchmal dient eine kurze, oberflächliche Äthernarkose oder Chloräthylnarkose zur Ausschaltung des psychischen Moments und ist dann in der Regel nur zu Beginn der Operation, gewissermaßen zur Desorientierung des Kranken nötig. Es gibt ferner Operationen, welche sich zum größten Teil in Lokalanästhesie ausführen lassen, während lediglich für einzelne ganz bestimmte Phasen eine Rauschnarkose erforderlich wird. Langdauernde Bauchoperationen an geschwächten Personen, zumal Magenoperationen, lassen sich auf diese Weise mit sehr viel geringerer Schädigung des Kranken durchführen, als wenn man ihn während der ganzen Operation in Narkose gehalten hätte.

Die von Krönig eingeführte Vorbereitung der Kranken zur Lumbalanästhesie durch narkotische Mittel, wie Morphium, Skopolamin, Veronal u. dgl., hat sich auch für die Lokalanästhesie bewährt. Die meisten Kranken bedürfen ihrer freilich nicht, und wo es sich um kleinere Ein-

griffe handelt, da ist sie nicht am Platze. Notwendig dagegen ist sie bei ängstlichen und aufgeregten Kranken und überhaupt bei Operationen, welche durch ihre Art, ihre Dauer und die Notwendigkeit einer unbequemen Lagerung erhebliche Anforderungen an den Mut und die Geduld der Kranken stellen, endlich bei Operationen, bei denen erfahrungsgemäß ohne Kombination mit Narkose nicht auszukommen ist. Es ist kein Zufall, daß gerade die Gynäkologen fast ausnahmslos Vorbereitung mit narkotischen Mitteln bei Operationen ohne Inhalationsanästhesie fordern. Denn bei Frauen, an denen Genitaloperationen ausgeführt werden sollen, sind narkotische Hilfsmittel meist unentbehrlich. Dieselben Frauen brauchen aber keine Vorbereitung, wenn man an ihnen z. B. eine Hämorrhoidaloperation vorzunehmen hat. Ich beschränke mich, wo es erforderlich ist, meist auf eine Morphiumgabe von 0,01 bis 0,02, je nach der Konstitution der Kranken. Der Skopolamin-Morphiumschlaf ist zwar eine vortreffliche Vorbereitung, aber die Dosierung des Skopolamins stößt auf nicht geringe Schwierigkeiten. Die übliche Durchschnittsdosis von 0,0005 Skopolamin und 0,01 Morphium ist sehr oft zu klein und wirkt dann nicht anders als eine reine Morphiumgabe, bei älteren und schwächlichen Personen ist sie zuweilen schon zu groß. Die von Krönig für die Entbindungen ausgearbeitete schrittweise Dosierung der Mittel ist in einem Krankenhause ohne Verdoppelung des Personals nicht durchzuführen.

Die allgemein verbreitete Ansicht, Kinder seien für die Lokalanästhesie ganz ungeeignet, ist, wie Kredel mit Recht hervorhebt, nicht mehr zutreffend. Einigermaßen wohlerzogene Kinder sind vielmehr meist sehr leicht zu beeinflussen und es gelingt mit Unterstützung von Schokoladenplätzchen und ähnlichen Herrlichkeiten fast stets, sie dazu zu bringen, daß sie sich die Injektion gefallen lassen. Damit hat man gewonnenes Spiel. Wir operieren wie Kredel die Empyeme, sowie die Hernien auch bei Kindern bis herab zum Alter von vier Jahren meist in Lokalanästhesie. Ungeeignet für Kinder, für ängstliche und empfindliche Menschen waren die alten unvollkommenen Methoden der Lokalanästhesie, wo man aller Augenblicke während der Operation fand, daß da und dort die erzielte Anästhesie noch nicht genügte, und man durch erneute Injektionen nachzuhelfen suchte. Ein ausgezeichnetes Mittel, um Säuglinge für die Lokalanästhesie vorzubereiten, gibt Kredel an. Man läßt das Baby hungern und gibt ihm bei Beginn der Operation bzw. bei Ausführung der Injektionen die Flasche, dann kümmert es sich um alles andere gar nicht.

Unsere modernen Operationstische sind zwar für den Operateur

sehr bequem, ihre Bequemlichkeit für die in Lokalanästhesie zu operierenden Kranken läßt aber viel zu wünschen übrig. Wo es angängig ist, wo besondere Stellungen, wie Beckenhoch- oder Tieflage u. dgl. nicht erforderlich sind, operiert man die Kranken daher auf einem mit einer Matratze, sterilisiertem Gummituch und Laken bedeckten glatten Tisch.

Das Instrumentarium.

Das für die Lokalanästhesie, speziell für die Infiltrations- und Leitungsanästhesie nötige Instrumentarium ist sehr einfach und besteht aus Spritzen, Hohlnadeln und Gefäßen für die anästhesierenden Lösungen.

Man braucht Spritzen mit 2,5, 5 und 10 ccm Inhalt. Sie müssen

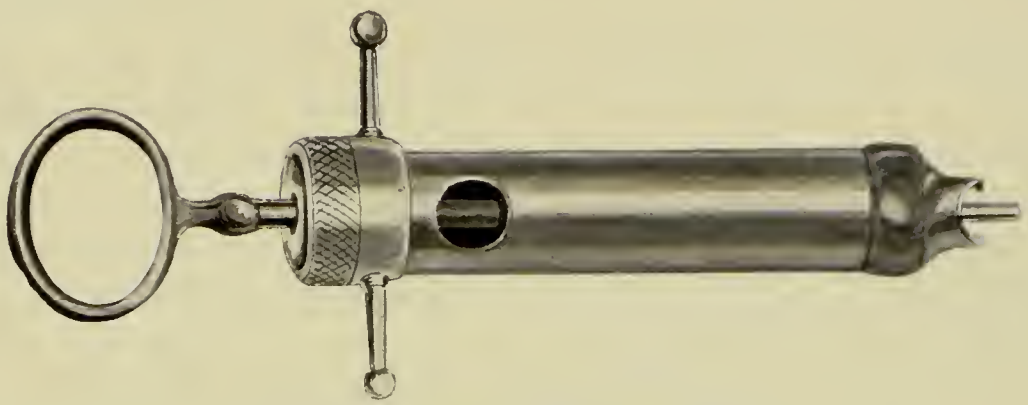


Fig. 10. Spritze nach Hammer.

sich durch Auskochen sterilisieren lassen. Sie sollen nicht kurz und dick, sondern lang und schlank sein, damit der Durchmesser des Kolbens möglichst gering ist. Denn der Druck der aus der aufgesetzten Hohlnadel ausfließenden Flüssigkeit ist um so größer, je kleiner der Kolbendurchmesser ist, was bei Injektion in straffe Gewebe von Bedeutung ist. Sie sollen gut in der Hand liegen und mit einer Vorrichtung für den Gegendruck, also mit Querbalken, Ringen oder, was am bequemsten ist, mit einer Rinne für den zweiten und dritten Finger versehen sein. Die in Deutschland weitverbreitete „Rekordspritze", deren Zylinder aus Glas, deren Kolben aus Metall besteht, erfüllt verschiedene dieser Bedingungen nicht. Sie ist zu kurz und dick und hat keine Vorrichtung für den Gegendruck. Hammer bemängelt ferner mit Recht, daß diese Spritzen einer sehr guten Wartung bedürfen. Der Kolben muß beim Auskochen entfernt werden. Trotz aller Vorsicht springt aber der Glaszylinder häufig beim Auskochen und Wieder-

abkühlen. Die hierdurch entstehenden sehr großen Kosten haben mich gezwungen, gleich Hammer von Glasspritzen abzusehen und lediglich Spritzen zu verwenden, die ganz aus Metall bestehen. Sie werden weit besser fabriziert als in früheren Jahren, und an den Umstand, daß man die Flüssigkeit nicht sieht, gewöhnt man sich sehr schnell.

Eigenartig ist die von Hammer konstruierte, auch von Axhausen empfohlene Metallspritze, insofern als bei ihr die zu injizierende Lösung von hinten durch eine seitliche Öffnung eingegossen wird (Fig. 10). Ich gestehe, daß es mir nicht möglich ist, mich an den Gebrauch der Spritze zu gewöhnen, weil man die in den Körper eingestochene Hohlnadel, die an der Spritze fixiert ist, stets herausziehen muß, um letztere neu zu füllen. Es ist aber notwendig, daß die Hohlnadel steckenbleibt und daß die Spritze zur Neufüllung ohne jedes Hindernis von ihr abgenommen werden kann. Ich vermeide daher grundsätzlich alle Vorrichtungen, die zur Befestigung der Hohlnadel an der

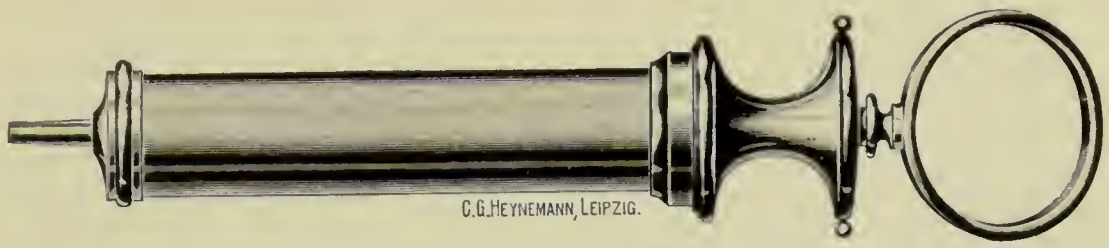
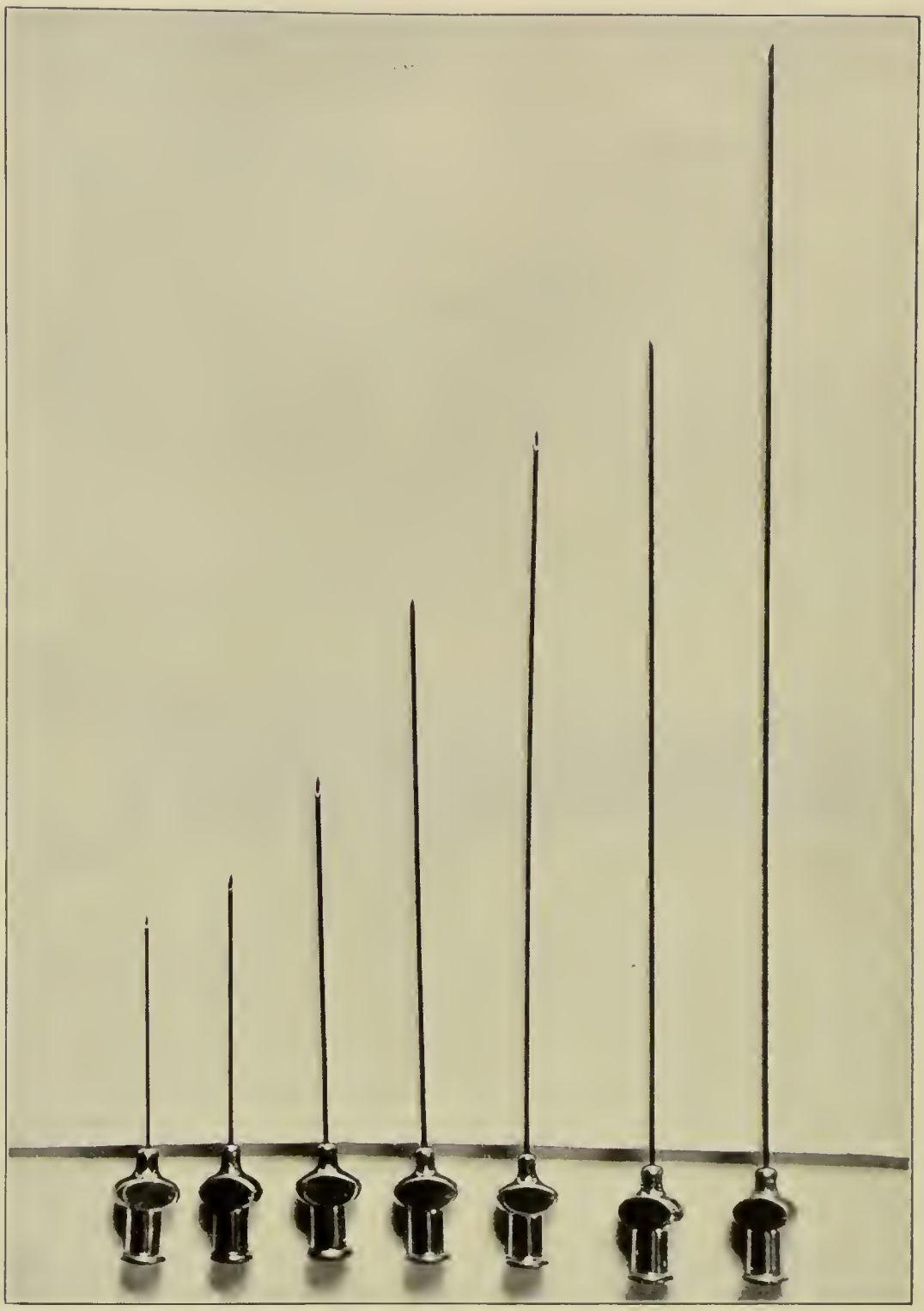


Fig. 11. Unsere Injektionsspritze.

Spritze bestimmt sind. Denn sie sind nach meiner Meinung weit hinderlicher, als das gelegentliche Abplatzen der Spritze von der ohne weitere Befestigungsmittel aufgesteckten Hohlnadel.

Fig. 11 zeigt die Form unserer Metallspritzen. Injektion flach unter die Haut mit langer Hohlnadel ist zuweilen durch die Körperform erschwert, wenn die Hohlnadel in der Längsachse der Spritze angesetzt ist. Hackenbruch hatte deshalb eine Spritze konstruiert, bei der die Längsachsen der Spritze und Hohlnadel einen stumpfen Winkel bilden. Sie hat den großen Nachteil, daß man bei ihrem Gebrauch schlecht fühlt, wo die Nadelspitze sich befindet. Das aber ist das ganze Geheimnis der Lokalanästhesie, daß man mit der Nadelspitze fühlen lernt. Der eben genannten Schwierigkeit läßt sich durch Anwendung unseres gleich zu beschreibenden Halters für die Hohlnadeln begegnen, an dem der Konus für die Hohlnadel im Winkel angesetzt ist.

Die in den früheren Auflagen dieses Werkes beschriebenen und abgebildeten Spritzapparate (Spiegel, Stille, Moskowicz) haben sich, wie vorauszusehen war, nicht bewährt und nirgends eingebürgert.



Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Stärke:	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9 mm
Länge:	25	30	35	60	80	90	125 mm

Fig. 12. Hohlnadeln in natürlicher Größe.

Die Hohlnadeln müssen so fein sein, als es, ohne ihre Widerstandsfähigkeit zu beeinträchtigen, möglich ist, damit Nebenverletzungen, z. B. das unbeabsichtigte Anstechen von Blutgefäßen, keinen Schaden verursachen. Wir bedienen uns deshalb nach wie vor ausschließlich

der Stahlnadeln. Platiniridiumnadeln sind zu teuer, Nickelnadeln werden zu schnell stumpf. Die Spitzen der Hohlnadeln müssen kurz abgeschliffen sein. Sie müssen natürlich auf das genaueste auf die Spritze passen. Man prüft dies, indem man die mit der Hohlnadel armierte Spritze mit Flüssigkeit füllt, die Spitze der Nadel in Kork sticht und zu injizieren versucht. Es darf dann zwischen Spritze und Hohlnadel keine Flüssigkeit auslaufen.

Fig. 12 zeigt die von mir gebrauchten Hohlnadeln in natürlicher Größe. Die feine kurze Nadel Nr. 1 dient fast ausschließlich zur Bildung von Hautquaddeln an den Einstichstellen. Die übrigen Injektionen erfordern längere Nadeln. Halbkreisförmig gekrümmte Nadeln sind durchaus entbehrlich. Unser in Fig. 13 abgebildeter Hohlnadelhalter scheint uns als Führungsinstrument für die langen Hohlnadeln (z. B.

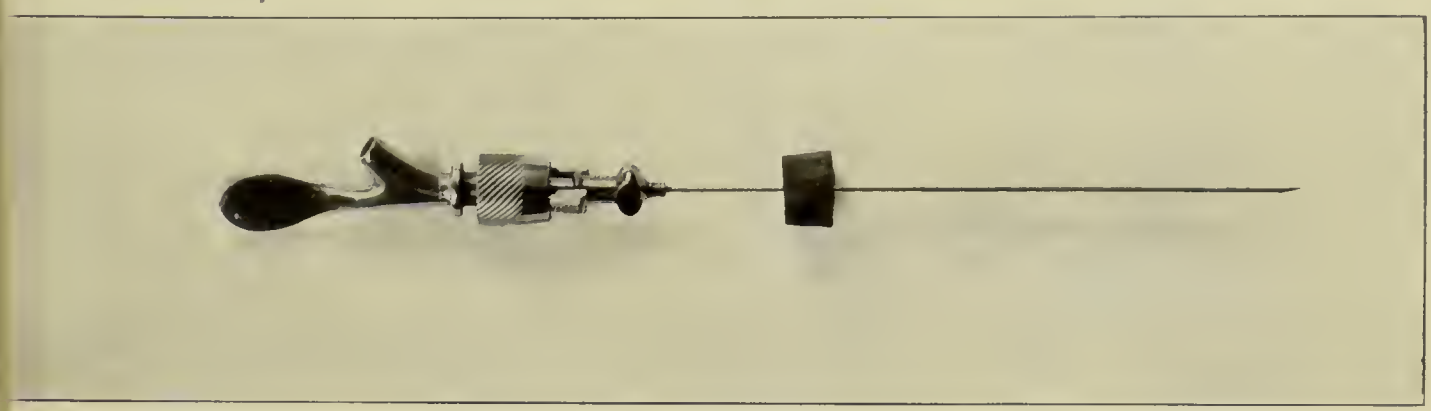


Fig. 13. Hohlnadelhalter.
Auf der Hohlnadel steckt ein Kork zum Fixieren einer abgemessenen Länge der Nadel.

bei der Trigeminusinjektion, bei der Lumbal- und Sakralinjektion usw.) fast unentbehrlich zu sein. Die Hohlnadel wird durch zwei mittels einer Schraube angepreßten Backen zuverlässig an dem Halter fixiert. Da der für die Spritze bestimmte Konus im Winkel angebracht ist, gewährt der Halter zugleich die Vorteile, welche man der im Winkel zur Spritze angesetzten Hohlnadel, z. B. bei der Hackenbruchschen Spritze, zuschreibt.

Zuweilen ist es erforderlich, daß der in den Körper einzustechende Teil der Hohlnadel eine vorgeschriebene Länge besitzt, z. B. bei den Injektionen an das Foramen rotundum und ovale. Ich verfahre zu diesem Zweck so, daß ich die geforderte Länge auf der Hohlnadel abmesse und durch ein aufgestecktes Korkstückchen markiere. Hierzu noch besondere Hohlnadeln mit Maßeinteilung machen zu lassen, ist überflüssig, kostspielig und umständlich.

Eine von der gewöhnlichen abweichende Form haben die Hohlnadeln Schleichs. Sie besitzen ein Ansatzstück aus weichem Metall, welches in die Öffnung der Schleichschen Spritze (Fig. 14) hineingepreßt wird. Die auf diese Weise erzielte Verbindung mit der Spritze ist sehr zuverlässig und fest und trotzdem sofort zu lösen. Die zu dem Schleichschen Spritzenbesteck gehörigen Hohlnadeln sind jedoch zu kurz.

Sehr unliebsame Folgen nicht nur für den Kranken, sondern auch für den Operateur (langwierige Haftpflichtprozesse) hat gelegentlich das Abbrechen einer eingestochenen Hohlnadel gehabt, wenn sie nicht wieder zu finden war. Dies auch bei größter Geschicklichkeit nicht immer zu vermeidende Abbrechen erfolgt — eine gute und nicht durch Rost zerstörte Nadel vorausgesetzt — stets da, wo die Nadel an dem zur Verbindung mit der Spritze dienenden Konus befestigt ist. Daraus ergibt sich die Regel, daß man niemals eine Hohlnadel bis zum Heft in die Gewebe einstoßen soll. Dann ist es unmöglich, daß sie nach dem Abbrechen verschwindet. Ganz besonders beim Einspritzen in schwer zugängliche Teile soll man sich ganz langer Hohlnadeln bedienen. Beispielsweise sollen die Hohlnadeln, mit denen man Injektionen in verborgene Teile der Mundhöhle ausführt, wie an die Innenfläche des Unterkieferkörpers oder an den Tuber maxillae bei Zahnoperationen, so lang sein, daß ihr Ansatzstück stets noch aus der Mundhöhle heraussieht und die Spritze gar nicht in die Mundhöhle eingeführt zu werden braucht.

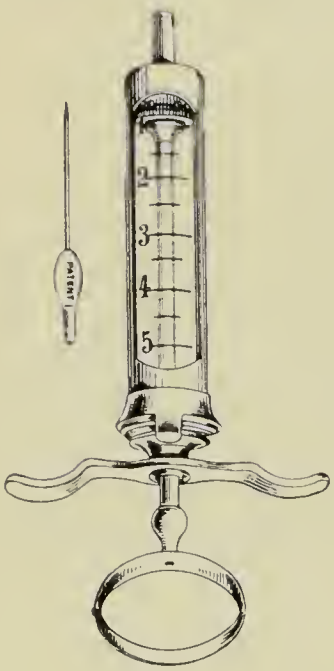


Fig. 14.
Spritze nach Schleich.

Endlich braucht man gläserne Maßzylinder mit 5 und 20 ccm Inhalt, Porzellanmensuren mit 150 und 250 ccm Inhalt zur Herstellung der Lösungen. Diese kommen unmittelbar aus den Porzellanmensuren heraus zur Verwendung. Zur Herstellung kleinerer Quantitäten von Lösung empfiehlt sich die Anwendung der in der Mikroskopie gebräuchlichen ausgehöhlten Glasklötze.

Die Sterilisation der Spritzen und Hohlnadeln geschieht durch Auskochen in Sodalösung. Letztere muß aber durch Ausspritzen mit Kochsalzlösung sorgfältig aus den Instrumenten entfernt werden, da weder Novokain noch Suprarenin die Gegenwart von Soda verträgt. Nach dem Gebrauch sollen Spritzen und Hohlnadeln mit Alkohol durchspritzt

und getrocknet werden. Die Gefäße und Maßzylinder werden durch Kochen oder im Dampf sterilisiert. Für gewöhnlich genügt es, sie in 3%iger Karbollösung ständig aufzubewahren, aus der sie zum Gebrauch entnommen werden. Man spült sie in diesem Fall mit steriler Kochsalzlösung aus.

Sämtliche zur Lokalanästhesie nötigen Gegenstände habe ich mir auf einem fahrbaren Tisch (Fig. 15) zusammenstellen lassen. Er enthält eine Stellage zum Absetzen der Instrumentenschale, in der Spritzen und Hohlnadeln ausgekocht wurden, einen Kasten aus emailliertem Blech für Kochsalzlösung zum Auswaschen der Sodalösung aus Spritzen und Hohlnadeln, einen ebensolchen Kasten für Karbollösung, in dem Meßgefäße u. dgl. liegen, einen Literkolben für Kochsalzlösung, eine Spirituslampe*).

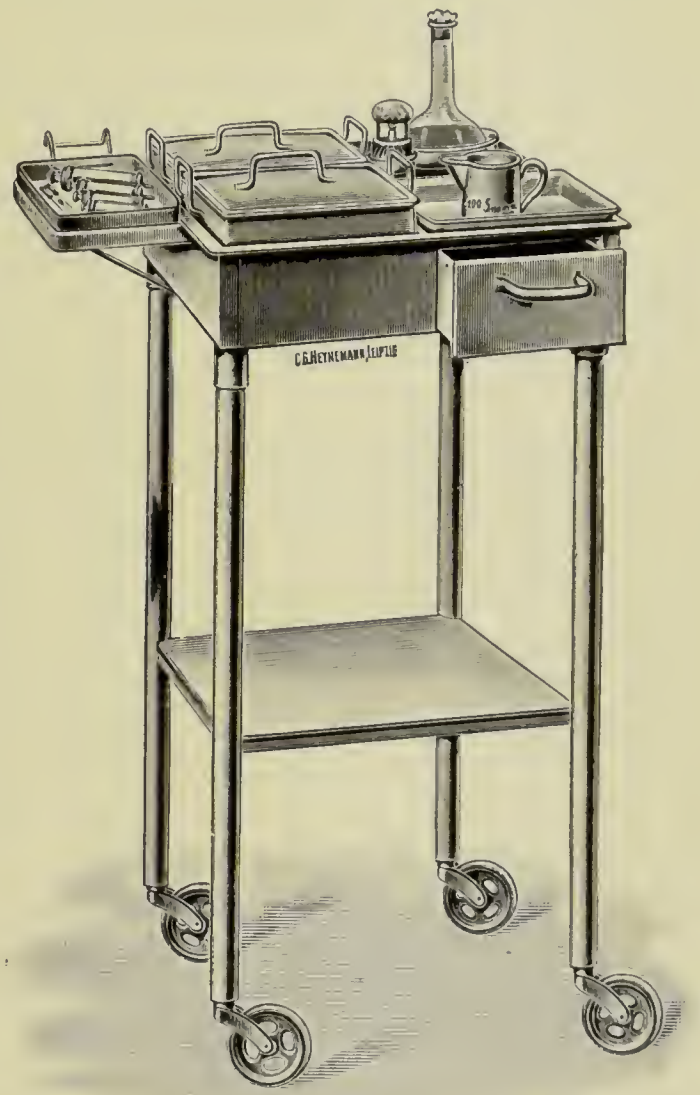


Fig. 15.
Tisch zur Lokalanästhesie.

Die anästhesierenden Lösungen.

Die anästhesierenden Lösungen sollen annähernd isotonisch sein (s. S. 60), weshalb man als Lösungsmittel für verdünnte, stark hypotonische Lösungen physiologische Kochsalzlösung verwendet. Strenggenommen gehört natürlich zu jeder verschiedenen Konzentration eines Anästhetikums ein anderer Kochsalzzusatz. Das ist praktisch nicht durchzuführen und auch nicht nötig. Man muß sich mit Annäherungs-

*) Fabrikant: C. G. Heynemann in Leipzig, Elsterstr. 13. Die Vorrichtung wird auch in einfacherer Form geliefert. Die Firma liefert Zusammenstellungen unserer Spritzen und Hohlnadeln.

werten begnügen. Die physiologische Konzentration, z. B. des Novokains, liegt bei 5,4%. 4%ige Novokainlösung stellt man daher besser durch Auflösen in Wasser her. Bei hypertonischer Lösung muß natürlich der Kochsalzzusatz in jedem Falle wegbleiben.

Die Lösungen müssen ferner zuverlässig sterilisiert sein.

Kokain ist — wenigstens in der Chirurgie — vollständig obsolet geworden. Für die Infiltrations- und Leitungsanästhesie ist Novokain, kombiniert mit Suprarenin, das am meisten zu empfehlende Mittel.

Novokainlösung läßt sich durch Hitze sterilisieren und ist sterilisiert lange unverändert haltbar. Suprarenin dagegen ist ein sehr empfindlicher Körper, weshalb seine Anwendung gewisse Vorsichtsmaßregeln erforderlich macht.

Die Suprarenine des Handels tragen bekanntlich verschiedene Fabrikbezeichnungen (Adrenalin, Suprarenin, Paranephrin, Tonogen usw.). In Deutschland ist das englische „Adrenalin" und das „Suprarenin" der Höchster Farbwerke am meisten verbreitet. Das letztere ist synthetisch hergestellt (s. S. 153). Die Suprarenine kommen in den Handel in Form einer fertigen Lösung von 1:1000, welche zur besseren Haltbarkeit in der Regel einen Zusatz von Salzsäure und eines Antiseptikums (Azetonchloroform, Thymol) enthält. In dieser Form ist die Lösung durch Kochen sterilisierbar und auch eine gewisse Zeit haltbar, wenn sie in dunklen, alkalifreien Gläsern aufbewahrt wird. Man erhält ferner (Höchster Farbwerke) komprimierte Supraretintabletten zu 1 mg. Einige Fabriken (in Deutschland u. a. die Höchster Farbwerke und G. Pohl in Schönbaum b. Danzig) produzieren komprimierte Tabletten, welche ein Anästhetikum mit dem erforderlichen Suprareninzusatz enthalten. Bei den Zahnärzten endlich sind zugeschmolzene Glasphiolen sehr beliebt, in denen ihnen eine kleine Quantität einer anästhesierenden suprareninhaltigen Lösung geliefert wird. Letztere Form ist am wenigsten zu empfehlen, am kostspieligsten und für die Ärzte kaum zu brauchen. Nach meiner Meinung ist die sehr bequeme Tablettenform bei allen Alkaloiden, welche in der Heilkunde Verwendung finden sollen, ganz besonders aber für einen so leicht veränderlichen Körper wie Suprarenin, jeder anderen Dosierungsform vorzuziehen. Suprarenin ist in Lösung nicht beständig, in der trockenen Tablette hält es sich sehr lange. Verdünnte Suprareninlösung nimmt an der Luft schnell eine rosarote Farbe an, ohne dabei zunächst an Wirksamkeit erheblich einzubüßen. Dann wird sie braun und ist nicht mehr brauchbar. „Zweifel an der Intaktheit der Suprareninlösung

lassen sich am sichersten durch Verwendung fester Suprareninpräparate, speziell der Tabletten, vermeiden", sagt Liebl ganz richtig. „Die Haltbarkeit der Suprareninlösung ist von sehr vielen Zufälligkeiten abhängig, deren Vermeidung man selbst bei sorgfältigstem Arbeiten nicht in der Hand hat", schrieb uns ein Chemiker einer der Suprarenin produzierenden Fabriken.

Auf die Sterilität der fabrikmäßig hergestellten Tabletten darf man sich nicht verlassen. Die Fabriken geben zwar an, daß ihre Tabletten steril seien. Hoffmann und Kutscher haben jedoch in einem nicht unerheblichen Teil der daraufhin untersuchten Tabletten Bakterien gefunden, und es ist nicht unmöglich, daß auch einmal pathogene Bakterien in sie hineingelangen können. Da sich weiter ergeben hat, daß eine wirksame Sterilisation der trockenen Tabletten nicht möglich ist, so müssen die Tablettenlösungen vor dem Gebrauch sterilisiert werden. Die aus synthetischem Suprarenin hergestellten Lösungen vertragen auch ohne weiteres eine Sterilisation durch Auskochen.

Um nun also die anästhesierenden Lösungen herzustellen, kann man verschiedene Wege einschlagen.

1. Man bedient sich der von den Höchster Farbwerken auf meine Veranlassung fabrizierten Novokain-Suprarenintabletten A, welche 0,125 Novokainchlorhydrat und 0,00012 synthetisches Suprarenin in Form eines seiner wasserlöslichen Salze enthalten. Die Fabrik verwendet hierzu jetzt das weinsaure Salz.

1—2—4 Tabletten, gelöst in 25 ccm physiologischer Kochsalzlösung, geben ½—1—2%ige Lösung. Die für eine Operation erforderlichen Tabletten werden in einen kleinen Porzellantiegel*) oder ein steriles Reagenzglas gebracht und mit einigen Kubikzentimetern einer physiologischen Kochsalzlösung übergossen. Die Tablettenlösung wird über einer Spiritus- oder Gasflamme ausgekocht, in eine sterile Porzellanmensur gebracht und soweit als erwünscht mit Kochsalzlösung verdünnt. Aus der Mensur heraus wird die Lösung verwendet.

2. Ungefähr 1 mg Suprarenin ist also in 200 ccm ½%iger, 100 ccm 1%iger, 50 ccm 2%iger, 25 ccm 4%iger Lösung enthalten. In Anstalten, wo täglich größere Mengen des Anästhetikums verbraucht werden, gewinnt man daher auch durch folgendes Verfahren einwandfreie Lösungen. Eine 4%ige Novokainlösung wird in Glaskolben mit Watteverschluß sterilisiert und vorrätig gehalten. Eine 1 mg Suprareninntablette wird in der oben beschriebenen Weise gelöst, die Lösung wird

*) Die Höchster Farbwerke liefern solche Tiegel in sehr praktischer Form.

gekocht und zu 25 ccm der 4%igen Novokainlösung zugesetzt. Die gewonnene Novokain-Suprareninlösung wird in der gewünschten Weise in einer Porzellanmensur mit Kochsalzlösung verdünnt.

3. Vielfach ist es üblich, der Novokainlösung das Suprarenin in Form von Tropfen der Lösung 1:1000 zuzufügen. Hierzu verwendet man entweder eine der käuflichen Lösungen, welche man sterilisiert und in einem Tropffläschchen unterbringt, oder man stellt sich besser die Lösung aus den Suprarenintabletten selbst her. Zu diesem Zweck übergießt man 10 Suprarenintabletten zu 1 mg mit 10 ccm destilliertem Wasser, dem 3 Tropfen verdünnte Salzsäure zugegeben sind, kocht die Lösung aus und bringt sie in ein Tropffläschchen. Zuvor ist festzustellen, wieviel die Tropfvorrichtung, deren man sich bedient, auf 1 ccm Tropfen liefert. Ohne diese Vorsichtsmaßregel ist die Tropfendosierung absolut unzulässig. Denn die Zahl der Tropfen, die auf 1 ccm gehen, schwankt bei verschiedenen Tropfvorrichtungen zwischen 10 und 20 und mehr Tropfen. Die gefundene Tropfenzahl, z. B. 16, ist nun der entsprechenden Menge der Novokainlösung zuzusetzen. Wo Lösungen gemacht werden, muß man die erforderliche Berechnung stets vor Augen haben, z. B. in Form des folgenden Plakats:

16 Tropfen Suprareninlösung 1:1000
= 1 ccm = 1 mg Suprarenin
sind zuzusetzen zu

200 ccm ½%iger	Novokainlösung
100 ccm 1%iger	
50 ccm 2%iger	
25 ccm 4%iger	

Daraus ist dann ohne weiteres ersichtlich, wieviel Tropfen Suprareninlösung kleinere Mengen Novokainlösung, wie die angegebenen, brauchen.

Das Tablettenverfahren ist das einfachste und zuverlässigste. Außerhalb der chirurgischen Anstalten ist es das einzige, welches empfohlen zu werden zulässig ist. Denn die Ärzte dürfen sich nicht Alkaloidlösungen irgend welcher Art vom Apotheker machen lassen und in den Schrank stellen, bis sie einmal gebraucht werden.

1%ige Novokain-Suprareninlösung ist diejenige Lösung, welche nahezu für alle Zwecke ausreicht und deshalb in der allgemeinen Praxis am meisten zu empfehlen ist. Wenn man aber größere Operationen in

Lokalanästhesie ausführen will, so ist es vorteilhafter, mit der Konzentration zu variieren. Dann ist die ½%ige Novokain-Suprareninlösung die wenigstens von mir weitaus am meisten gebrauchte Lösung. 1—2—4%ige Novokain-Suprareninlösung bleibt dann reserviert für die Anästhesierung einzelner großer Nervenstämme, für Fälle, wo eine möglichst schnelle und intensive Fernwirkung beabsichtigt wird, oder wo man eine stärkere Suprareninanämie zu haben wünscht. Nachdem Läwen gezeigt hat, daß man 4%ige Novokain-Suprareninlösung in recht erheblicher Menge verwenden darf, habe ich mich dieser Lösung öfters bedient, wie aus den speziellen Kapiteln zu ersehen ist.

Über die Dosierung des Novokains und Suprarenins ist schon S. 139 und S. 163 das Nötige gesagt. Man kann darnach ohne Besorgnis vor toxischen Nebenwirkungen 1,25 Novokain (250 ccm ½%ige Lösung, 125 ccm 1%ige Lösung) und mehr injizieren. Von 2 bzw. 4%iger Lösung wird man eine Dosis von 0,8 Novokain (40 bzw. 20 ccm) lieber nicht überschreiten, bei Injektion in straffe und blutreiche Gewebe, wie das Zahnfleisch, sich auf Bruchteile dieser Dosis beschränken. Daneben kann man aber ohne Besorgnis noch ½ bzw. 1%ige Lösung brauchen. Bei Anwendung der starken Konzentrationen beachte man Läwens Rat, möglichst langsam zu injizieren.

Also im allgemeinen braucht man sich um die Dosierung des Novokains nicht zu kümmern, wenn man nicht Grenzfälle mit enorm großem Operationsfeld in Lokalanästhesie zu operieren versucht. Auf dieser Tatsache basiert der ganze Fortschritt der Lokalanästhesie.

Warum die Dosierung des Suprarenins für die Lokalanästhesie belanglos ist und warum die von uns erprobte Konzentration des Suprarenins in der anästhesierenden Lösung nicht überschritten werden soll, wurde S. 164 ausgeführt.

Alypinlösung zur Schleimhautanästhesie in verschiedener Konzentration bereiten wir in der für jeden Fall nötigen Menge aus Tabletten, welche 0,2 Alypin und 0,00033 Suprarenin enthalten. Wir beziehen sie von der Firma Pohl in Schönbaum.

Allgemeine Technik der Infiltrations- und Leitungsanästhesie.

Infiltrations- und Leitungsanästhesie sind theoretisch ganz verschiedene Verfahren, im praktischen Gebrauch sind sie jedoch nicht zu trennen und müssen daher auch gemeinschaftlich abgehandelt werden. Ihre Entwicklung und ihr Verhältnis zueinander wurde im 9. Kapitel dar-

gestellt. Auch ist dort bereits auseinandergesetzt, wie ihre Bewertung und Technik durch die Einführung der modernen Anästhetika beeinflußt worden ist.

Wir führen nicht mehr die systematische, schichtweise Infiltration der Gewebe nach Reclus-Schleich in der beabsichtigten Schnittlinie aus, sondern wir suchen durch Infiltration gewisser Gewebsschichten allein oder in Verbindung mit Leitungsunterbrechung einzelner Nervenstämme das für eine bestimmte Operation erforderliche Operationsfeld zuvor in ganzer Ausdehnung unempfindlich zu machen. Hierbei ist zugleich dem Umstand Rechnung zu tragen, daß Einspritzungen in krankhaft veränderte Gewebe unzulässig sind.

Wir benutzen also praktisch nur selten das unmittelbare Ergebnis der Gewebsinfiltration, die Infiltrationsanästhesie, in der Regel vielmehr die durch Gewebsinfiltration gleichzeitig entstehende Leitungsanästhesie.

Es ergibt sich hieraus ohne weiteres, daß eigentlich jedes Operationsfeld, jeder Körperteil sein besonderes Anästhesierungsverfahren haben muß, daß mit der Kenntnis der allgemeinen Injektionstechnik allein noch wenig gewonnen ist, daß vielmehr zur praktischen Anwendung der Lokalanästhesie eine eingehende Kenntnis der sensiblen Innervation des Operationsgebiets erforderlich ist. Hiermit hängt es weiter zusammen, daß eine kurze Darstellung der Technik der Infiltrations- und Leitungsanästhesie auf einigen Seiten ein Ding der Unmöglichkeit ist. In den Lehrbüchern der Chirurgie und Operationslehre wird es in Zukunft nicht mehr genügen, wenn im allgemeinen Teil neben der Narkose die Lokalanästhesie mit den historischen Schlagworten „Reclus, Schleich, Oberst, Hackenbruch“ abgetan wird. Es ist vielmehr notwendig, im speziellen Teil bei jeder Operation, die sich überhaupt für die Lokalanästhesie eignet, die Anästhesierungstechnik zu beschreiben.

Da die Wirkung der injizierten Mittel — ausgenommen in der Haut, wenn sie endermatisch injiziert werden — niemals sofort das gewünschte Maximum an Intensität und Ausdehnung erreicht, sind wir bestrebt, alle zur Ausschaltung des Operationsfeldes nötigen Injektionen vor Beginn der Operation auszuführen. Man injiziert stets zuerst in die tiefsten Gewebsschichten. Wollte man mit Injektionen ins Unterhautzellgewebe beginnen, so würden die tiefen Injektionen erschwert sein. Weitere Injektionen während einer Operation machen sich nur ausnahmsweise nötig. Sie stören stets den Verlauf der Operation, weil ihre Wirkung abgewartet werden muß.

War somit bei Reclus und Schleich die Anästhesierung durch

Injektionen ein integrierender Bestandteil der Operation, so ist jetzt die Anästhesierung ein von der Operation völlig getrennter, ihr vorangehender Akt, der nicht vom Operateur und auch nicht im Operationssaal ausgeführt zu werden braucht.

Vor Beginn der Injektionen wird die Haut des Operationsfeldes mit Benzin oder Jodbenzin abgerieben. Auch kann man die Einstichpunkte mit Jodtinktur anstreichen. Nach Beendigung der Injektionen folgt erst die letzte Vorbereitung des Kranken zur Operation, die Vorbereitung der Haut des Kranken, das Abdecken des Operationsfeldes,

Fig. 16. Haltung der Spritze.

die Vorbereitung des Operateurs und seiner Assistenten. Während dieser Vorbereitungen erreicht die Anästhesie das gewünschte Maximum.

Gelernt werden muß die geschickte, gleichsam spielende Handhabung der Spritze. Man hält die Spritze, wie Fig. 16 zeigt, mit dem Daumen, zweiten und dritten Finger der rechten Hand. Das Handgelenk wird locker gehalten, jeder von der Längsachse der Hohlnadel abweichende Druck wird vermieden, um ein Abbrechen der Hohlnadel zu verhindern. Daß die Hohlnadeln niemals ganz im Körper verschwinden dürfen, wurde schon S. 202 erinnert.

Zum Einstechen in die Haut bedient man sich möglichst feiner, kurzer Hohlnadeln (Nr. 1, S. 200). Die Einstichstelle zuvor mit dem Chloräthylstrahl zu behandeln, ist unpraktisch, weil die gefrorene Haut

hart ist und das Eindringen der Nadel erschwert, und unnötig, weil der Einstich einer feinen und scharfen Hohlnadel nicht empfindlicher ist wie das Gefrierenlassen der Haut.

Die anästhesierenden Injektionen werden meist von mehreren Einstichpunkten aus ausgeführt, welche zum wiederholten Einstechen längerer und auch dickerer Hohlnadeln bestimmt sind. Deshalb ist es unerläßlich, zunächst diese Einstichpunkte auszuwählen und mittels der von Reclus und Schleich geübten endermatischen Infiltration durch Bildung je einer Quaddel unempfindlich und zugleich dem Auge kenntlich zu machen. An sehr empfindliche Teile, z. B. an die Beugeseite der Finger, dürfen solche Einstichpunkte überhaupt nicht gelegt werden.

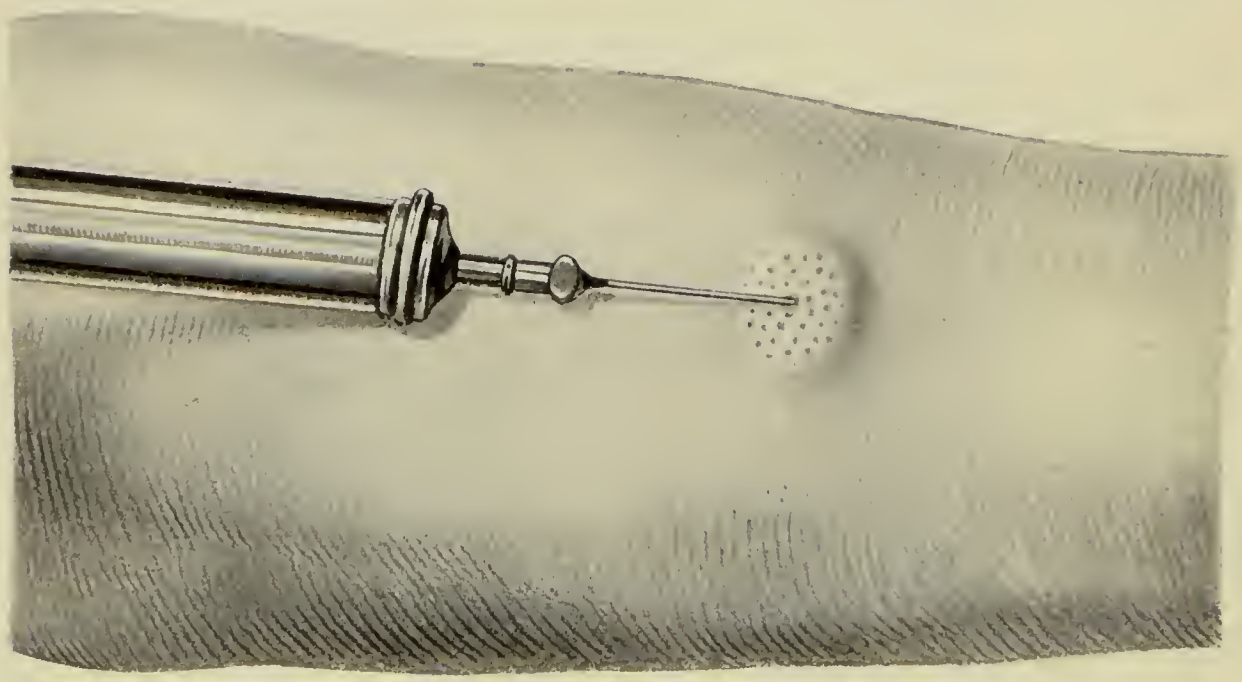


Fig. 17. Bildung einer Hautquaddel.

Die endermatische Infiltration wird folgendermaßen ausgeführt. Die Hohlnadel wird fast parallel zur Hautoberfläche, mit der schräg abgeschliffenen Öffnung ihrer Spitze nach oben in das Korium unter Vermeidung des Unterhautzellgewebes eingestochen, bis die Öffnung vollständig im Gewebe verschwunden ist. Durch Druck auf den Stempel der Spritze wird etwas von ihrem Inhalt (½ %ige Novokain-Suprareninlösung) entleert. Es entsteht eine über das Niveau der Haut erhabene, weiße, im Augenblick ihrer Entstehung auch anästhetische Quaddel (Fig. 17), womit die Markierung des ersten Einstichpunktes beendet ist. In gleicher Weise wird mit den übrigen ausgewählten Einstichpunkten verfahren. Ist die Haut sehr dünn und verschieblich, so faßt man mit

Daumen und Zeigefinger eine Hautfalte, an deren Scheitel alsdann die Quaddelbildung ohne Mühe gelingt. An manchen Körperstellen, z. B. der Kopfhaut, gelingt die endermatische Injektion nur unter sehr erheblichem Druck. Deshalb bedient man sich zur Quaddelbildung einer kleinen Spritze mit einem Kolben von geringem Durchmesser (S. 198). An anderen Körperstellen, z. B. Handteller und Fußsohle, ist die endermatische Infiltration nahezu unmöglich.

Schleich begann, ebenso wie Reclus, jede Operation mit der endermatischen Infiltration. Nach Bildung der ersten Hautquaddel sticht man an ihrem Rande, noch im bereits anästhetischen Gebiet, die Hohlnadel von neuem ein, injiziert wieder, bildet eine neue Quaddel, dann in gleicher Weise eine dritte usw. Auf diese Weise erhält man schnell einen schmalen anästhetischen Hautstreifen von beliebiger Form und Länge (Fig. 18). Falls die Haut normal beschaffen, nicht erkrankt ist, ist gegen diese Art sie zu anästhesieren zwar nichts einzuwenden, sie ist aber überflüssig, denn die Haut wird auch ohne endermatische Infiltration unempfindlich. Wir bedienen uns deshalb der endermatischen Infiltration lediglich zur Markierung der Einstichpunkte.

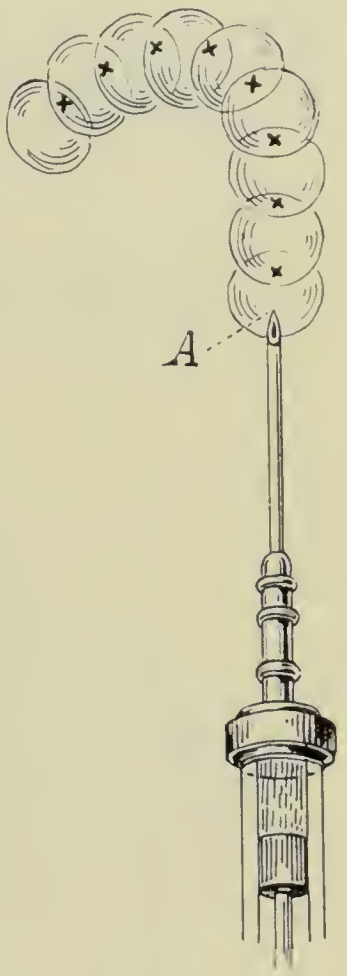


Fig. 18.
Bildung einer Quaddelreihe (nach Schleich).

Man wünscht einen geradlinigen Schnitt durch Haut und Unterhautzellgewebe zu führen. Zu diesem Zweck markiert man an einem Ende des Schnittes einen Einstichpunkt. Alsdann setzt man auf die mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung gefüllte, 5 oder 10 ccm fassende Spritze eine lange Hohlnadel, sticht letztere an der bezeichneten Stelle unter die Haut und schiebt sie parallel zur Hautoberfläche, derart, daß ihre Spitze stets dicht unter der Haut zu fühlen ist, im Unterhautzellgewebe so weit vor, als der Schnitt reichen soll bzw. als es die Länge der Nadel gestattet (Fig. 19). Ist der Pannikulus sehr dick, so verliert sich die Nadelspitze leicht zu sehr in die Tiefe. Dem beugt man vor, indem man mit dem Zeigefinger der linken Hand der Nadelspitze folgend, die Haut leicht niederdrückt. Andererseits ist aber auch das unbeabsichtigte Eindringen der Hohlnadelspitze von unten her in die Kutis zu vermeiden, weil dies mehr

Schmerz verursacht, als wenn man die Nadel von außen in die Haut sticht.

Während des Vorschiebens und Zurückziehens der Nadel entleert man unter gleichmäßigem Druck auf den Spritzenstempel die anästhesierende Lösung, so daß nun ein schmaler Streifen des Unterhautzellgewebes von ihr infiltriert ist. Was nun die erforderliche Menge

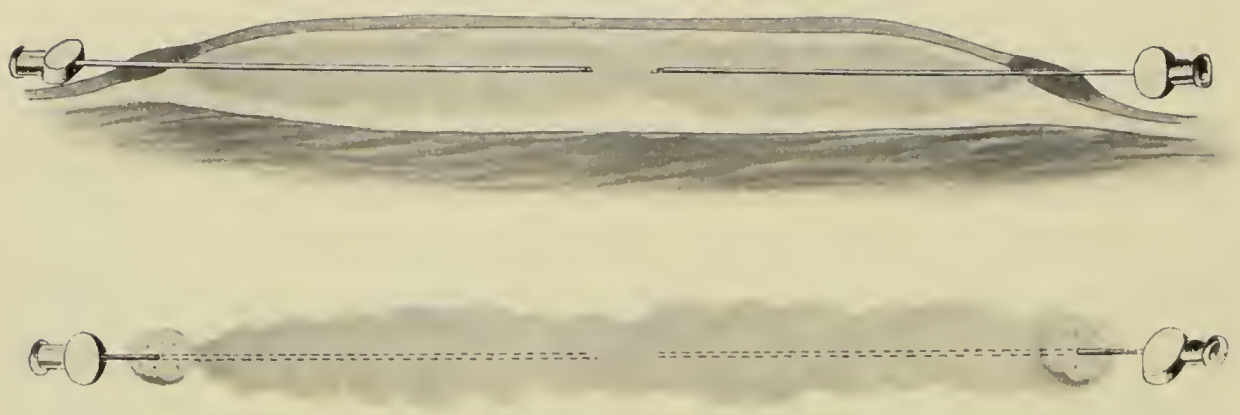


Fig. 19. Injektion ins Unterhautzellgewebe von zwei Einstichpunkten.

der Lösung anbelangt, so wird man ungefähr das richtige treffen, wenn man auf 1 cm Schnittlänge etwa 1 ccm Lösung injiziert, bei Anwendung von 1%iger Lösung entsprechend weniger.

Unmittelbar nach der Injektion erhebt sich die Haut der so behandelten Stelle über das Niveau der benachbarten Haut in Form eines niedrigen, schmalen Walls, der aber nach ganz kurzer Zeit wieder verschwindet. Dagegen bleibt das Injektionsgebiet infolge der schnell einsetzenden Suprareninwirkung als blasser Streifen sichtbar.

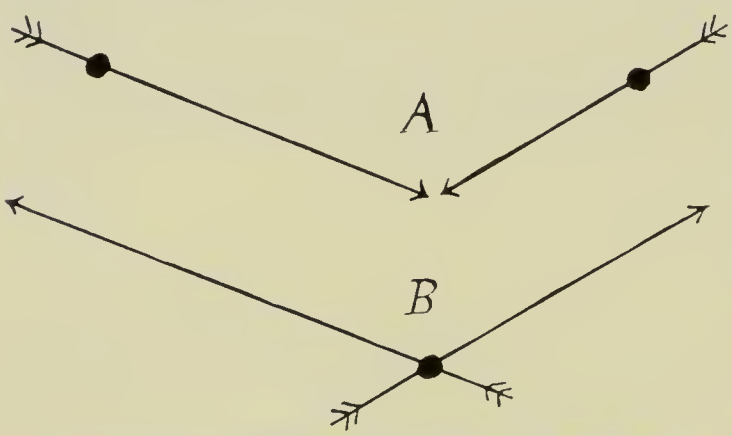


Fig. 20. Subkutane Injektion im Winkel.

Nach einigen Minuten wird dieser Hautstreifen unempfindlich. Denn die injizierte Lösung hat nicht nur Infiltrationsanästhesie im Unterhautzellgewebe erzeugt, sondern sie hat auch die Leitung der in die darüberliegende Haut übertretenden Nervenstämmchen unterbrochen: die einfachste Form der Leitungsanästhesie.

Reicht ein Einstichpunkt oder eine Nadellänge nicht aus, so sind zwei Einstichpunkte zu markieren, welche den Endpunkten des Ope-

rationsfeldes entsprechen (Fig. 19). Geeignetenfalls wird ein Einstichpunkt in die Mitte der beabsichtigten Schnittlinie gelegt und nach beiden Seiten infiltriert. Gekrümmte oder winklige Schnittlinien erfordern, falls hierbei überhaupt eine Infiltration der Schnittlinie in Frage kommt, einen Einstichpunkt am Scheitel des Winkels oder der Krümmung (Fig. 20 A), oder zwei Einstichpunkte (Fig. 20 B). Ebenso setzt die Krümmung der Körperoberfläche dem geradlinigen Einführen einer Hohlnadel unter die Haut von einem Einstichpunkt aus natürliche Grenzen. Um z. B. einen zirkulär den Vorderarm umfassenden kontinuierlichen Streifen des Unterhautzellgewebes infiltrieren zu können, sind vier Einstichpunkte nötig, von denen die Hohlnadel nach beiden Seiten eingestochen wird (Fig. 21). An der eben bezeichneten Stelle bewirkt, worauf hier schon hingewiesen sei, Infiltration eines Streifens des Unterhautzellgewebes quer zur Achse des Gliedes Leitungsanästhesie natürlich nicht nur derjenigen Haut, welche das infiltrierte Gewebe unmittelbar bedeckt, sondern im ganzen Innervationsgebiet derjenigen Hautnerven, welche den infiltrierten Streifen durchlaufen.

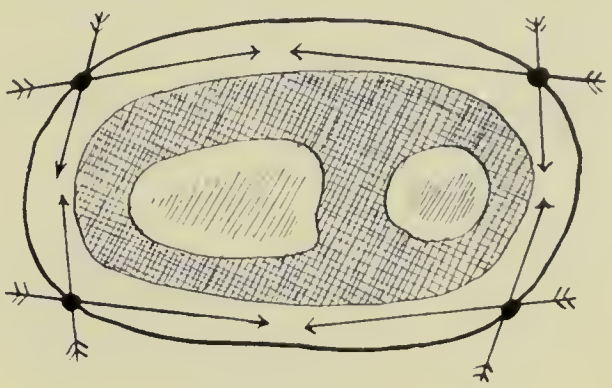


Fig. 21.
Schematischer Querschnitt durch den Vorderarm. Infiltration des Unterhautzellgewebes von vier Einstichpunkten.

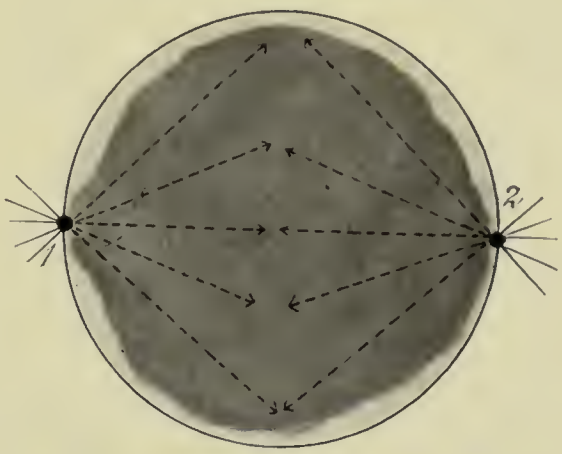


Fig. 22. Flächenhafte Infiltration des Unterhautzellgewebes.

Infiltriert man von einem, zwei oder mehreren markierten Einstichpunkten aus flächenhaft das Unterhautzellgewebe, indem man von jedem der Einstichpunkte aus ganz systematisch eine lange Hohlnadel nach verschiedenen Richtungen vorschiebt und wieder zurückzieht, kontinuierlich $1/2$ %ige Novokain-Suprareninlösung injizierend (Fig. 22), so erhält man Anästhesie einer zusammenhängenden Hautfläche von fast beliebiger Größe. Auf diese Weise können daher flächenhaft ausgebreitete Erkrankungen der Haut behandelt werden. Das gleiche Verfahren ist zur Entnahme großer Thierschscher Epithelstreifen geeignet.

Auch zur Exzision pendulierender Hauttumoren genügt die subkutane Infiltration der Ansatzstelle der Neubildung (Fig. 23). Keineswegs bedarf man hierzu der Infiltration der Tumoren selbst, so daß sie, wie Schleich sagt, „zu vielfach größeren, wassergurkenähnlichen Bildungen“ werden.

Was hier über die Anästhesierung der Haut und des Unterhautzellgewebes gesagt ist, gilt in gleicher Weise auch für die Schleimhaut. Nur Quaddeln lassen sich in der Schleimhaut nicht anlegen. Man beschränkt sich daher auf submuköse Injektionen, worauf die darüberliegende Schleimhaut unempfindlich wird.

Die sensiblen Leitungsbahnen für Haut und Faszie verlaufen an vielen Körperstellen, z. B. im Bereich des behaarten Kopfes, auf längere Strecken im Unterhautzellgewebe, nachdem sie die Faszie verlassen haben. Größere zusammenhängende Teile der Körperoberfläche besitzen daher keinerlei direkte Nervenverbindung mit den subfaszialen Geweben. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß es nicht immer notwendig ist, zur Anästhesierung eines Haut und Unterhautzellgewebe betreffenden Operationsfeldes dessen gesamtes Unterhautzellgewebe mit der Lösung zu imbibieren, sondern daß hierzu sehr oft die subkutane Umspritzung des Operationsfeldes ausreicht. Hierauf beruht Hackenbruchs „zirkuläre Analgesierung“ (Fig. 24). Bei 1 und 2 werden zwei Einstichpunkte markiert. Hierauf wird das Unterhautzellgewebe von 1—3, von 1—4, von 2—3 und endlich von 2—4 infiltriert, so daß das Operationsfeld von einem subkutan gelegenen Infiltrationswall in Form eines langgestreckten Rhombus umgeben wird, den ich „Hackenbruchschen Rhombus“ nennen will. Der längste Durchmesser des Rhombus entspricht der Richtung des beabsichtigten Schnittes. Die Einstichpunkte können auch nach 3 und 4 gelegt werden, wenn dies bequemer ist. Dem das Operationsfeld einschließenden Wall kann nach Bedarf jede beliebige mehr quadratische, kreisförmige oder andere Form gegeben werden. Die Zahl

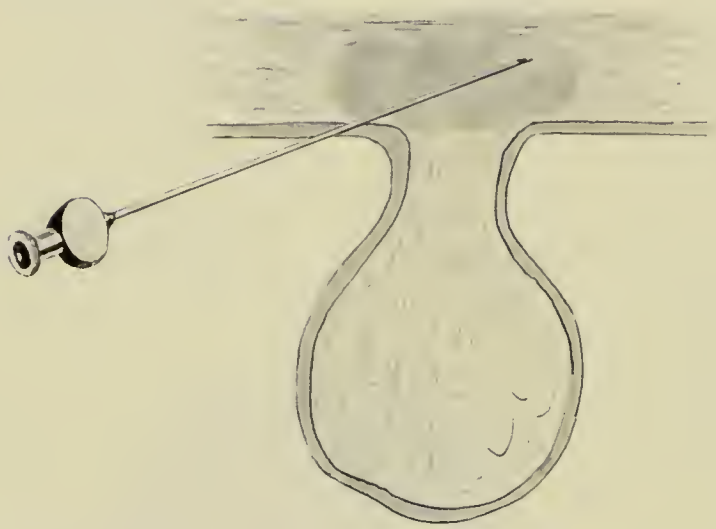


Fig. 23.
Unterspritzung eines pendulierenden Hauttumors.

und Lage der Einstichpunkte richtet sich nach der Form und Größe des Operationsfeldes (Fig. 25).

An einigen Körperteilen verläuft die gesamte sensible Innervation nicht nur für weite Hautstrecken, sondern auch für die tieferen Teile ausschließlich im Unterhautzellgewebe. Am Schädeldach z. B. treten alle Haut, Galea, Periost und Knochen versorgenden sensiblen Nerven bereits in der Nähe der Schädelbasis bzw. an der Stirn ins Unterhautzellgewebe. Eine einfache zirkuläre subkutane Umspritzung nach Fig. 25 macht deshalb am Schädel Operationsfelder von beliebiger Größe einschließlich des Knochens unempfindlich. Die Hackenbruchsche Umspritzung ist daher am Schädeldach das normale Anästhesierungsverfahren. Hackenbruch hat mit Recht darauf

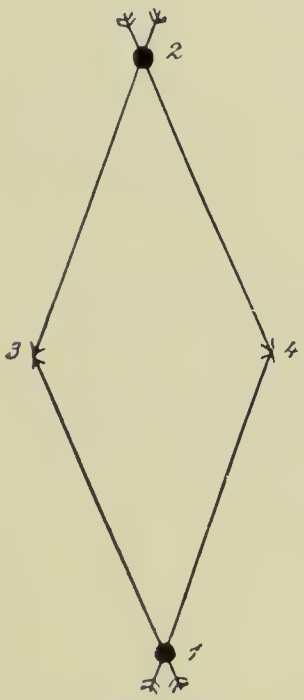


Fig. 24. Der Hackenbruchsche Rhombus.

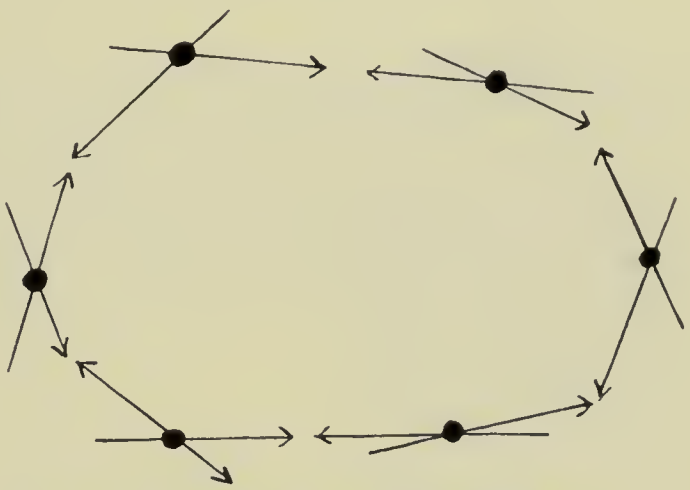


Fig. 25. Subkutane Umspritzung eines Operationsfeldes von sechs Eintrittspunkten.

hingewiesen, daß auch die Anästhesierung eines Fingers nach Oberst auf dem gleichen Prinzip beruht. Denn das Unterhautzellgewebe des Fingergrundgliedes enthält alle sensiblen Leitungsbahnen für den Finger. Infiltriert man also das Unterhautzellgewebe des Grundgliedes ringförmig, so wird der ganze Finger anästhetisch.

Nur an Körperteilen mit dem geschilderten Innervationstypus ist die subkutane Umspritzung für sich allein ein brauchbares Anästhesierungsverfahren. Dagegen bleibt die Anästhesie im umspritzten Operationsfeld aus, wenn letzteres auch noch von der Tiefe her innerviert wird. Umspritzt man z. B. in der Kinngegend ein Operationsfeld subkutan, in dessen Mitte sich die Austrittsstelle des N. mentalis befindet, so tritt keine Anästhesie ein.

Eine der wichtigsten elementaren Manipulationen zur Erzielung von Lokalanästhesie ist die systematische Infiltration einer aus mehreren differenten Lagen bestehenden dicken Gewebsschicht. In ihrer einfachsten Form beschrieb sie Schleich zum Zweck der Anästhesierung des Stichkanals bei der Punktion von Körperhöhlen (Fig. 26). Man markiert den Einstichpunkt durch eine Quaddel und führt eine Hohlnadel von entsprechender Länge kontinuierlich injizierend bis ins subpleurale oder subperitoneale Bindegewebe. Die Infiltration sei reichlich, wie bei der subkutanen Injektion beschrieben, jedoch ohne das Extrem der Schleichschen Ödemisierung. Pleura und Peritoneum selbst bedürfen niemals einer besonderen Infiltration, da sie ihre Innervation aus dem subpleuralen oder subperitonealen Gewebe empfangen.

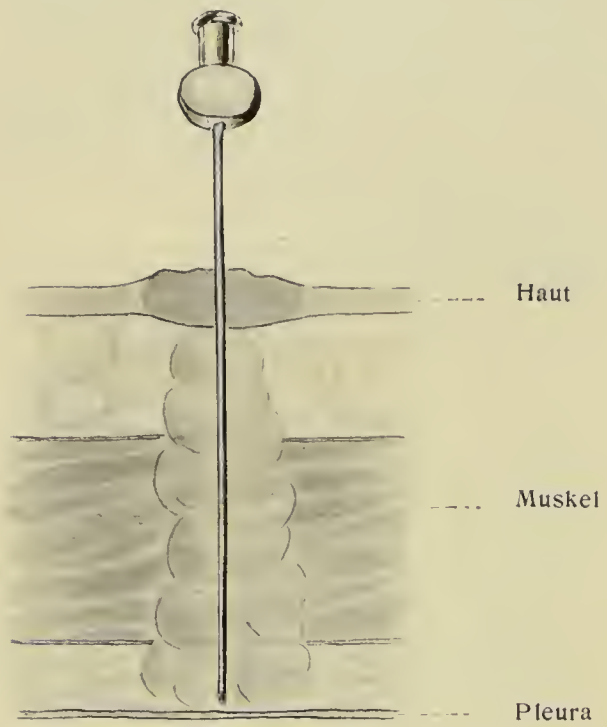


Fig. 26.
Infiltration des Stichkanals zur Punktion von Körperhöhlen.

Hieran schließt sich die systematische Infiltration einer durch den Körper gelegten Ebene von beliebiger Ausdehnung (Fig. 27). Die Pfeile bezeichnen die Nadelführung. Man markiert in der Regel zwei Einstichpunkte. Man beginnt mit der Injektion in die tiefsten Lagen, hier also auf den Knochen, und schließt mit der Injektion ins Unterhautzellgewebe ab. Es wird deshalb die Nadel, nachdem man ihre Spitze an einem der markierten Punkte ins Unterhautzellgewebe gebracht hat, zunächst senkrecht in die Tiefe geführt bis zum tiefsten Punkt, auf den Knochen, unter das Peritoneum usw. Man führt demnach die gleiche Injektion aus wie zur Punktion. Hierauf zieht man die Nadel zurück ins Unterhautzellgewebe, sticht sie von neuem injizierend in die Tiefe, aber in schräger Richtung, gegen die Mitte der zu infiltrierenden Ebene usw. Die letzte Injektion erfolgt flach unter die Haut nach Fig. 19. Während des Vorschiebens und Zurückziehens der Nadel wird kontinuierlich injiziert. Reicht die Länge der Hohlnadel aus, so genügt auch ein über einem Ende oder über der Mitte markierter Einstichpunkt.

Niemals, an keiner Stelle des Körpers, sind subperiostale Injektionen nötig, um das Periost unempfindlich zu machen, ganz abgesehen davon, daß subperiostale Injektionen zwar von Reclus, Schleich u. a. gefordert werden, praktisch aber meist nur sehr schlecht oder gar nicht ausführbar sind. Die Haut empfängt ihre Innervation aus dem unterliegenden Unterhautzellgewebe. Daher wird sie unempfindlich, wenn man dieses infiltriert. Das Periost empfängt seine Innervation nicht aus dem Knochen, sondern von außen. Daher wird es unempfindlich, wenn man die Gewebe infiltriert, von denen es bedeckt ist.

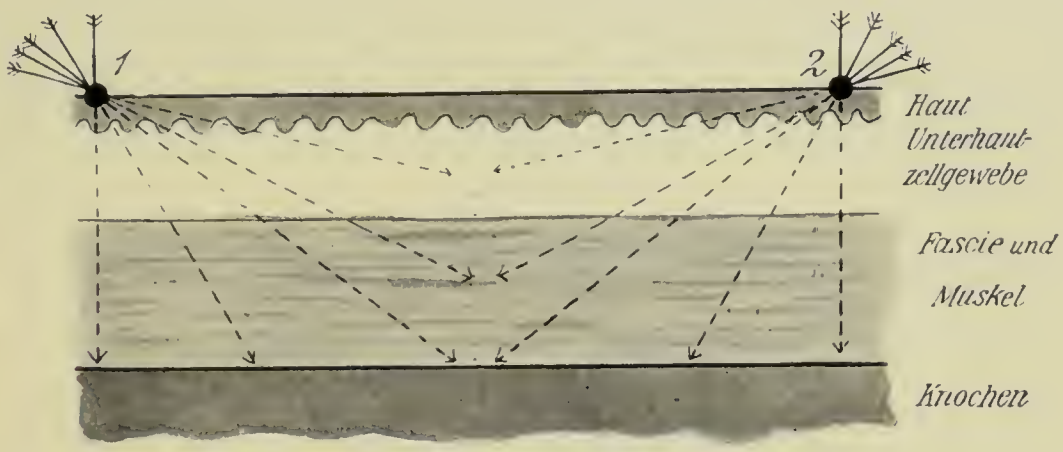


Fig. 27. Infiltration einer durch den Körper gelegten Ebene.

Die Infiltration dicker Gewebsschichten in der geschilderten Weise erfordert eine gewisse Übung. Man muß eben lernen, mit der Nadelspitze zu tasten. Man muß in jedem Augenblick wissen, wo die Nadelspitze sich befindet, wozu gute anatomische Kenntnisse erforderlich sind. Die injizierende Hand spürt auf das genaueste, wenn die Nadelspitze eine ihr mehr Widerstand bietende Schicht durchdringt und wenn sie wieder in eine weiche und lockere Gewebsschicht gelangt. Das Durchstechen der Muskelfaszien löst regelmäßig eine leichte Schmerzempfindung aus. Kontinuierlich, bei bewegter Spritze zu injizieren, hat schon Reclus empfohlen („Injection traçante et continue"), um das Eindringen einer größeren Quantität des Anästhetikums in eine Vene zu verhüten. Die kontinuierliche Injektion gewährleistet zugleich die gleichmäßige Verteilung des Anästhetikums da, wo es nötig ist.

Wenn derartige Injektionen in der Nachbarschaft großer Gefäße vorzunehmen sind, so empfiehlt es sich, die Hohlnadel zunächst ohne Spritze einzuführen und erst, wenn kein Blut ausfließt, beim Zurückziehen der Nadel zu injizieren. Das gelegentliche Anstechen einer

großen Arterie oder Vene ist ein tunlichst zu vermeidendes, aber nach unseren Erfahrungen ganz unschädliches Ereignis. Freilich ist die Anwendung dünner Hohlnadeln (S. 200) unerläßlich.

Das Ergebnis der beschriebenen Injektion ist Infiltrationsanästhesie in einer schmalen Schnittlinie und Leitungsanästhesie im Gebiet derjenigen Nervenstämme, welche bei der Injektion mit getroffen sind. Erstere ist praktisch brauchbar, wenn irgendwo ein glatter Schnitt durch normale Gewebe ausgeführt werden soll, etwa zur Entfernung eines Fremdkörpers, dessen Lage genau bekannt ist. Wichtiger ist die durch die beschriebene Infiltration erzielte Leitungsanästhesie, durch welche unempfindliche Operationsfelder zu gewinnen sind.

Zuweilen lassen sich durch Infiltration einer einzigen Ebene schon

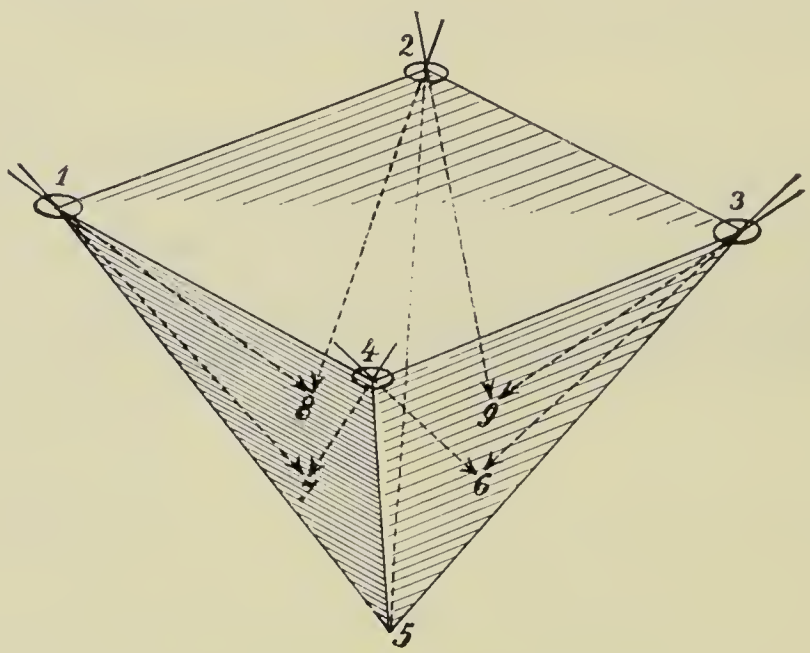


Fig. 28. Pyramidenförmige Injektion.

die zum Operationsfeld ziehenden Nerven größtenteils ausschalten. Davon macht man z. B. bei den Operationen im vorderen Halsdreieck und bei den Leisten- und Schenkelbruchoperationen Gebrauch. Andernfalls müssen gleichzeitig mehrere Ebenen infiltriert werden, welche, ganz außerhalb des Operationsfeldes gelegen, dieses rings einschließen und gleichsam vom übrigen Körper trennen.

Die Technik dieses Verfahrens läßt sich durch einige Schemata erläutern. Fig. 28 stellt eine Pyramide vor. Ihre Spitze 5 liegt in der Tiefe, mitten unter dem Operationsfeld. Ihre Grundfläche 1—2—3—4 ist in der Hautoberfläche gelegen. Die Seitenflächen begrenzen das Operationsfeld seitlich. Die Aufgabe besteht darin, diese vier Seitenflächen zu infiltrieren. Man markiert bei 1, 2, 3, 4 Einstich-

punkte. Von jedem Punkt aus sticht man eine lange Hohlnadel injizierend zuerst nach dem Punkt 5, dann nach verschiedenen, in den Seitenflächen gelegenen Punkten, z. B. 1—7, 4—7, 4—6, 3—6, 3—9, 2—9 usw. Zum Schluß ist das Unterhautzellgewebe in Form des Hackenbruchschen Rhombus, also in der Richtung 1—2—3—4 zu infiltrieren. Kurze Zeit nach der Einspritzung wird das Operationsfeld unempfindlich, obwohl es mit dem Anästhetikum nicht in Berührung gekommen ist. Oft genügen zwei Einstichpunkte, um eine derartige systematische Injektion vorzunehmen, in anderen Fällen sind mehr als vier erforderlich, und die zu infiltrierenden Ebenen nehmen je nach der Ausdehnung des Operationsfeldes die verschiedensten Formen an. Manchmal bilden sie einen Kegelmantel oder einen Teil desselben, oder eine Mulde, wie Fig. 29 zeigt. Zwei Einstichpunkte liegen bei 1 und 2. Von ihnen aus sticht man die Hohlnadel injizierend nach

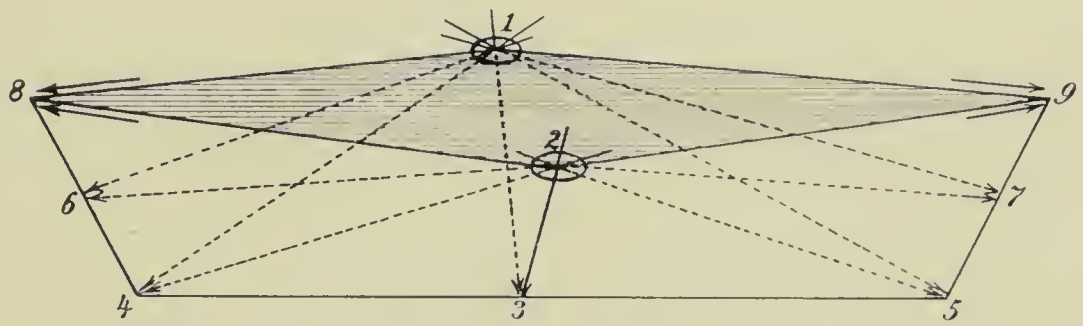


Fig. 29. Muldenförmige Injektion.

3, 4, 5, 6, 7 und infiltriert endlich das Unterhautzellgewebe nach Hackenbruch.

Fig. 30 endlich zeigt, wie in das muldenförmig umspritzte Operationsfeld ein Knochen eingeschlossen werden kann, welcher genau so wie alle übrigen Teile des Operationsfeldes unempfindlich wird.

Für alle diese Injektionen ist ½%ige Novokain-Suprareninlösung das geeignete Anästhetikum; es unterbricht die Leitungsfähigkeit kleinerer und mittlerer Nervenstämme zuverlässig und schnell, wenn man mit ihm systematisch die Gewebsschichten infiltriert, in denen die Nervenstämme verlaufen, ohne letztere dabei besonders mit der Nadel aufzusuchen.

Stärker konzentrierte Lösung, 1—4%ige Novokain-Suprareninlösung in entsprechend kleinerer Menge ist überall da vorzuziehen, wo die größere Flüssigkeitsmenge an sich Störungen oder Unbequemlichkeiten verursacht, wie in der Orbita, an den Augenlidern, am Präputium, an den Fingern usw.

Dabei ist zu beachten, daß diese konzentrierten Lösungen sehr erhebliche Fernwirkungen entfalten. Injiziert man irgendwohin ein kleines Depot einer solchen Lösung, so entsteht einige Zeit nachher Infiltrationsanästhesie nicht nur in dem Bezirk, der von der Lösung durchtränkt ist, sondern allseitig darüber hinaus, und die Nervenstämme werden auch unterbrochen, wenn sie in diesem Gebiet der sogenannten indirekten Infiltrationsanästhesie gelegen sind. Hiervon wird in der Praxis weitgehender Gebrauch gemacht.

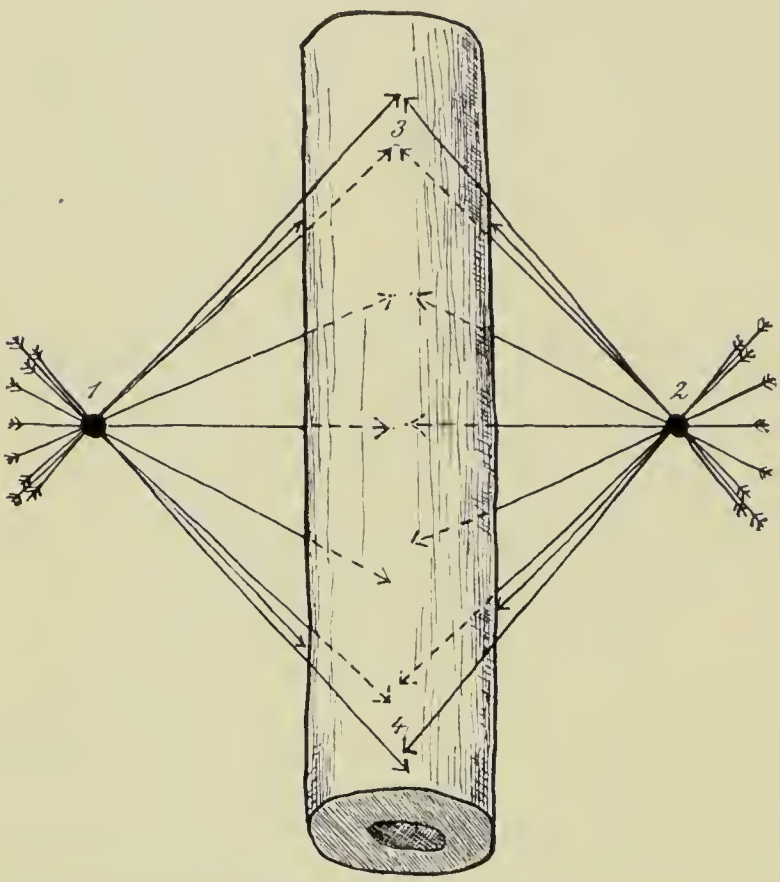


Fig. 30. Muldenförmige, einen Knochen einschließende Injektion.

Die mit der Umspritzung des Operationsfeldes oft kombinierte perkutane Anästhesierung einzelner großer Nervenstämme erfordert besondere Maßregeln. Man muß sie durch typische Nadelführung möglichst genau zu treffen suchen.

Dies Aufsuchen der Nervenstämme mit der Nadelspitze ist leicht und zuverlässig überall da, wo die Lage des Nerven durch Knochenpunkte fixiert ist, welche der Nadel zur Führung dienen können. Sie ist schwieriger, wo solche fehlen und der Nerv mitten in dicken Weichteilen gelegen ist. Einen sehr guten Anhalt bieten in jedem Falle die in die Peripherie ausstrahlenden Parästhesien, welche beim Berühren

des Nerven mit der Nadel entstehen. Der Kranke muß also, wenn er geeignet ist, hierauf vor der Einführung der Nadel aufmerksam gemacht werden und muß „jetzt" sagen, wenn er die Parästhesien fühlt. Gelingt diese Manipulation, so ist man sicher, daß die Nadelspitze sich an der richtigen Stelle befindet.

Zur Unterbrechung großer Nervenstämme ist ebenfalls die Anwendung eines konzentrierten Anästhetikums, 1—5 ccm 2—4%iger Novokain-Suprareninlösung, zu empfehlen.

Wie lange man nach der Injektion auf die Unterbrechung warten muß, hängt ganz davon ab, wie man den Nerven getroffen hat. Konnte man die Hohlnadel in den Stamm einführen, was z. B. bei den Trigeminusstämmen bei einiger Übung gewöhnlich gelingt, so tritt die Unterbrechung fast augenblicklich ein. Konnte man das Anästhetikum nur neben und um den Nerven injizieren, so vergehen bis zur Unterbrechung 5—20 Minuten.

Freigelegte Nervenstämme lassen sich sofort unterbrechen, wenn man in den Stamm etwas ½ oder 1%ige Novokain-Suprareninlösung injiziert. Es entsteht dabei eine spindelförmige Auftreibung des Nerven, welche auffallend schnell wieder verschwindet; die injizierte Flüssigkeit verläuft augenscheinlich nach beiden Seiten zwischen die Nervenfaserbündel. Daher kann es vorkommen, daß nach einer endoneuralen Injektion Zweige des Nerven mit unterbrochen werden, welche proximal von der Injektionsstelle den Stamm bereits verlassen haben.

Welcher Art die operativ zu behandelnde Erkrankung ist, welche in einem auf die beschriebene Art, durch Infiltration, Umspritzung, Unterbrechung von Nervenstämmen unempfindlich gemachten Operationsfeld gelegen ist, ob es sich um eine Verletzung handelt, die versorgt werden soll, oder um einen Fremdkörper, der zu entfernen ist, um eine entzündliche Erkrankung oder um eine Neubildung, ist gleichgültig. Die Art der Anästhesierung wird durch die Art der Erkrankung selten wesentlich beeinflußt.

Man soll nur bedacht sein, stets ein reichlich großes, alle Möglichkeiten einschließendes Operationsfeld unempfindlich zu machen, um bei der Operation einen gewissen Spielraum zu haben und nicht beschränkt zu sein. Deshalb lege man die Umspritzungsebenen niemals knapp in die Nähe der Schnittlinien. Daß man sich von erkrankten Geweben stets fernhalten muß, Injektionen in erkrankte Gewebe unzulässig sind, wurde wiederholt betont. Das gilt ganz besonders von den septischen Erkrankungen. Einen ganz umschriebenen Furunkel darf man pyramidenförmig umspritzen, wenn man sich ganz außerhalb

der entzündeten Gewebe hält, diffuse Phlegmonen eignen sich nur für die Lokalanästhesie, wenn Nervenanästhesierung fern vom Operationsfeld möglich ist. Maligne Tumoren bilden durchaus keine Kontraindikation gegen die Anwendung der Lokalanästhesie, wenn sich das ganze Operationsfeld ausschalten läßt, ohne daß Injektionen in die nächste Nachbarschaft des Tumors nötig sind. Bei der Exzision von zystischen Tumoren, Retentionszysten, Schleimbeuteln u. dgl. empfiehlt sich zuweilen eine Abweichung von der Regel, die zur Anästhesierung nötigen Injektionen tunlichst vor Beginn der Operation vorzunehmen, wenn das mit Schwierigkeiten verbunden ist. Man macht in diesem Falle zunächst nur die äußerlich zugängliche Hälfte der Zyste unempfindlich, schneidet sie auf und infiltriert ihre Umgebung von der Innenfläche her, bevor man den Rest des Zystensacks ausschält. Nach Ausführung der sekundären Injektionen muß man natürlich eine Weile warten.

Dagegen hängt die beste Art der Anästhesierung der Operationsfelder in hohem Grade von dem Körperteil ab, in dem das Operationsfeld liegt und von seiner Innervation, wie sich aus den folgenden Kapiteln ergeben wird.

Die schon S. 167 erwähnte Anästhesierung der Synovialmembranen bei aseptischen Gelenkoperationen, sowie die Anästhesierung von Frakturen und Luxationen nach Quénu und Lerda wird im 16. Kapitel besprochen.

---

11. Kapitel.

Die Operationen am Kopfe.

Die sensible Innervation des Kopfes wird zum größten Teil durch den N. trigeminus vermittelt. In der Hinterhauptgegend, in der Gegend des äußeren Ohres und am unteren Rand des Unterkiefers beteiligen sich spinale Nerven (N. occipitalis major und minor, N. auricularis magnus, N. cutaneus colli) an der Innervation der Kopf- und Gesichtshaut. Der N. trigeminus innerviert außer der Gesichtshaut auch die Knochen und Höhlen des Gesichtsschädels und die in ihnen liegenden Organe. Zungengrund und Pharynx, Mittelohr und inneres Ohr werden

vom N. glossopharyngeus versorgt, während der N. vagus sich an der sensiblen Innervation des äußeren Gehörganges und des Trommelfells beteiligt.

1. Operationen am behaarten Kopf und der Stirn. Schädeloperationen.

Wie aus Fig. 31 ersichtlich ist, treten die sensiblen Nerven, welche die Haut der Stirn, der Schläfengegend und des behaarten Kopfes versorgen, sämtlich ungefähr in einer die Augenbrauen mit der Protuberantia occip. externa verbindenden, den Schädel umkreisenden Linie durch die Faszie unter die Haut bzw. unter die Galea. Sie streben von da nach der Scheitelhöhe, wo sie ihre Endausbreitung finden, verlaufen in diesem ganzen Gebiet subkutan bzw. subgaleal, und sind deshalb durch Umspritzung eines Bezirks von beliebiger Größe sehr leicht zu unterbrechen. Die gleichen Nerven innervieren aber keineswegs nur die bedeckende Haut und Galea, sondern auch die Knochen des Schädeldachs und ihr Periost. Die Dura mater ist nur gegen die Schädelbasis hin schmerzempfindlich, während im Gehirn durch die bei Operationen in Betracht kommenden Reize niemals irgend welche Schmerzempfindungen auszulösen sind (S. 25). Daher genügt die einfache subkutane oder subgaleale Umspritzung eines Operationsfeldes zur Ausführung von Schädeloperationen fast beliebigen Umfanges und von Gehirnoperationen. Nur da, wo Muskelschichten die Schädelknochen bedecken, muß im Bereich der Umspritzungslinie auch

Fig. 31.
Durchtrittsstellen der Kopfnerven durch die Faszie unter die Haut und Galea.
1 N. frontalis. 2 N. supraorbitalis. 3 N. zygomatico-temporalis (Trigeminus II). 4 N. auriculo-temporalis (Trigeminus III). 5 N. auricularis magnus. 6. N. occipitalis minor. 7 N. occipitalis major. 8 N. supra- und infratrochlearis. 9 N. infraorbitalis. 10 Ramus nasalis ext. Nervi ethmoidalis. 11 N. mentalis.

ein Streifen dieser Muskeln mit der anästhesierenden Lösung infiltriert werden. Die Umspritzung in einer Linie, welche vorn quer durch die Augenbrauen verläuft und sich beiderseits oberhalb der Ohrmuscheln zum Hinterhaupt erstreckt, macht das ganze Schädeldach unempfindlich. Die modernen Anästhesierungsmittel erlauben uns, sorglos Umspritzungen von dieser Ausdehnung vorzunehmen. Subperiostale Injektionen sind niemals nötig und haben keinen Zweck.

Die Umspritzung mit Novokain-Suprareninlösung dient nun nicht allein der Anästhesierung. Die das Schädeldach versorgenden Arterien verlaufen in gleicher Weise, wie die Nerven radiär zur Scheitelhöhe aufsteigend. Sie liegen wie diese subkutan, subgaleal, oder wie die A. temporalis, dicht über dem Jochbogen, noch in den den Schädel bedeckenden dünnen Muskeln. Sie kontrahieren sich daher im Bereich der Umspritzungslinie, und das Operationsfeld wird nicht nur anästhetisch, sondern auch anämisch. Die Lokalanästhesie bei Schädeloperationen macht deshalb anderweitige blutsparende Maßnahmen überflüssig, wie die provisorische Umstechung allein (Heidenhain) oder in Verbindung mit gekrümmten Metallplatten (Kredel) oder die Abklemmung der Wundränder mit federnden Klemmen (Vorschütz). Zu einer völligen Unterbrechung des Blutstroms führt die Umspritzung selbstverständlich nicht und darf sie nicht führen. Die größeren Arterien bluten wenig und müssen gefaßt und unterbunden werden, die Blutung aus den kleinen Gefäßen dagegen fehlt. Nach meinen Erfahrungen genügt dies Verfahren bei allen Schädeloperationen und steht den übrigen, viel umständlicheren Methoden der provisorischen Blutstillung keineswegs nach.

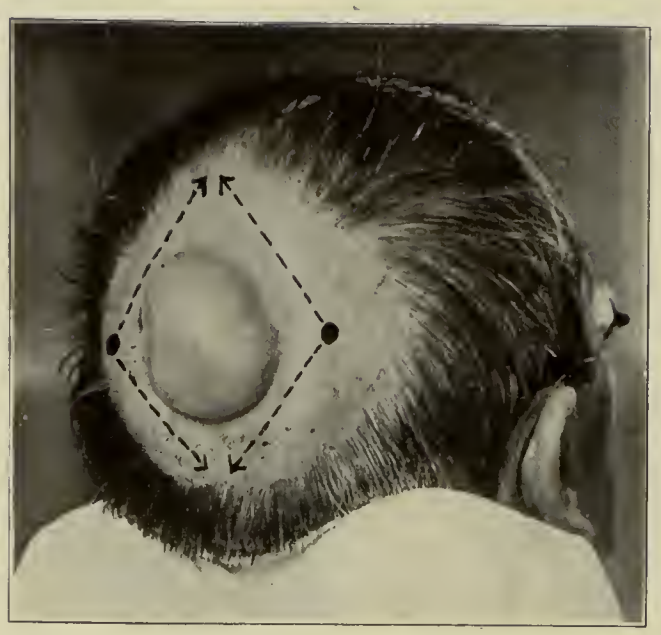


Fig. 32. Anästhesierung eines Atheroms am Schädel.

Für die Umspritzung kleinerer Operationsfelder braucht man ½% ige Novokain-Suprareninlösung, bei großem und sehr blutreichem Operationsfeld bediene man sich lieber der noch besser anämisierenden 1% igen Novokain-Suprareninlösung. Wir erläutern das Gesagte durch einige typische Beispiele.

Hirnpunktion.

Man macht eine Quaddel an der Stelle, wo punktiert werden soll und injiziert unter die Quaddel einige Kubikzentimeter ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Exstirpation eines Atheroms.

Es werden zwei Einstichpunkte markiert, welche ungefähr den Enden des beabsichtigten Schnitts entsprechen (Fig. 32). Von ihnen

Fig. 33. Umspritzung einer komplizierten Schädelfraktur.

aus injiziert man in rhombischer oder quadratischer Form 10—20 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in der Richtung der punktierten Linie.

Versorgung einer größeren Weichteilverletzung oder einer komplizierten Fraktur des Schädeldachs.

In der Umgebung der Verletzungsstelle werden eine Anzahl von Einstichpunkten durch Quaddeln markiert, welche das Operationsfeld einschließen, in dem Beispiel (Fig. 33) sechs. Sie dürfen nicht weiter auseinanderliegen, als die Krümmung des Schädels das geradlinige

Vorschieben der Hohlnadel unter der Galea gestattet. Von den Einstichpunkten aus wird das lockere subgaleale Gewebe in Form eines das Operationsfeld einschließenden schmalen Streifens in der Richtung der punktierten Linie mit 1%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Nach der Injektion erhebt sich die Haut über dem injizierten Streifen in Form eines schmalen Walls über das Niveau der umgebenden Haut. Nach 1—2 Minuten verschwindet aber dieser Wall wieder. Auf eine Strecke von 5 cm Länge sind etwa 5 ccm Lösung zu injizieren. In dem Beispiel sind dementsprechend ungefähr 40 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung verbraucht worden. Die Umspritzungslinie ist in jedem Falle so anzulegen, daß alle erforderlichen Hilfsschnitte, mögen sie zur Erweiterung der Wunde oder zur plastischen Deckung von Defekten dienen, von vornherein mit eingeschlossen sind. Die Anästhesie des Operationsfeldes ist schon nach wenigen Minuten vollendet.

Fig. 34. Schädelresektion wegen Kankroid. (Umspritzungsfigur.)

Bei schweren Kopfverletzungen ist natürlich jede Anästhesierung überflüssig, wenn der Kranke komatös ist, während bei halb benommenen und tobenden Kranken die Narkose wenigstens vorübergehend zu Hilfe genommen werden muß. Aber auch in diesen Fällen wenden wir der Anämisierung des Operationsfeldes wegen regelmäßig die Umspritzung an. Für die Versorgung der meisten Schädelverletzungen ist die Narkose überflüssig.

Exstirpation eines Kankroids der Kopfhaut mit Schädelresektion.

Der Tumor wurde nach Umschneidung im Zusammenhang mit einer Knochenscheibe von 7,5 cm Durchmesser entfernt. Die Dura war, wie immer in dieser Gegend, unempfindlich. Figur 34 zeigt die Kranke nach der Heilung. Der Hautdefekt ist durch Epitheltransplantation ge-

deckt. Der Fall stammt noch aus der Kokainzeit (1905) und dürfte wohl der erste sein, in dem eine derartige Schädelresektion in Lokalanästhesie ausgeführt wurde. Zur Umspritzung dienten, wie die Abbildung zeigt, sechs Einstichpunkte und 30 ccm 0,2%ige Kokainlösung mit 0,1 mg Suprarenin. Jetzt würde man 30—50 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung benötigen.

Ausgedehnte Schädelresektion mit Duraersatz und Hautlappenplastik.

Es handelte sich um ein großes Sarkom der rechten Seite des Schädeldachs, vom Periost ausgehend, mit der Haut verwachsen

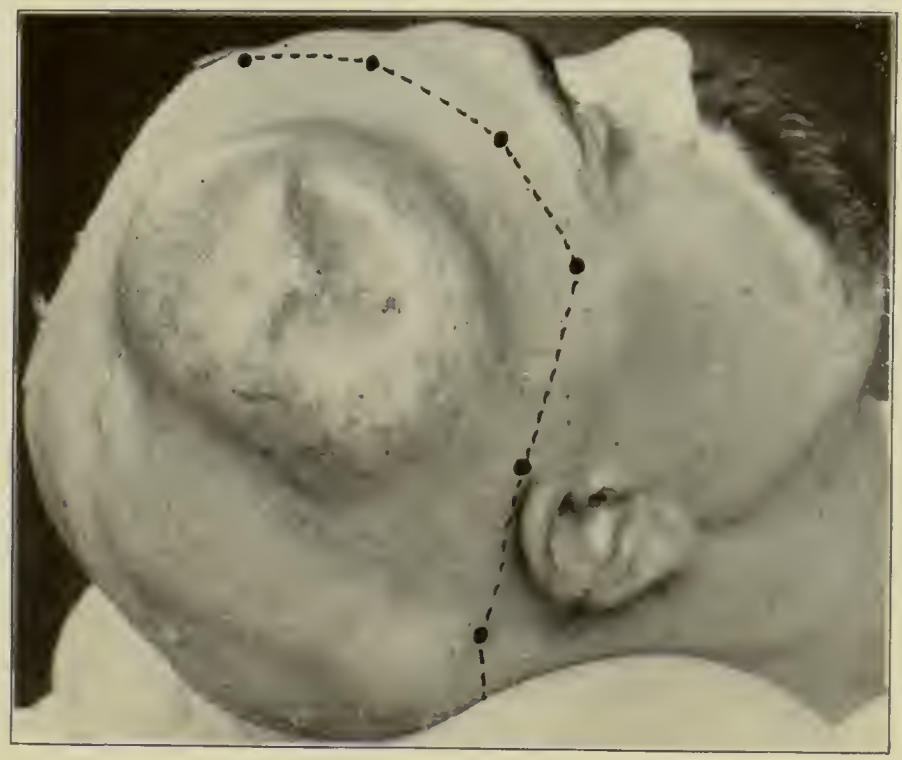


Fig. 35.
Sarkom des Schädeldachs 1. Umspritzungsfigur, von der nur eine Hälfte zu sehen ist. Die andere Hälfte schließt den zur Plastik bestimmten Lappen ein.

(Fig. 35). Der nach der Exstirpation entstehende Hautdefekt sollte durch einen großen, der linken Kopfseite entnommenen, in der Hinterhauptgegend gestielten Hautlappen primär gedeckt, von einem primären Ersatz des Knochendefekts dagegen sollte abgesehen werden. Zu diesem Zweck wurde ein nahezu das ganze Schädeldach umkreisender Streifen infiltriert. In Figur 35 ist nur die Hälfte der Einstichpunkte und des Injektionsstreifens zu sehen. Oberhalb des Jochbogens und am Hinterhaupt wurde nicht nur subkutan, sondern auch intramuskulär

injiziert, wie das im nächsten Beispiel genauer beschrieben ist. Verbraucht wurden 75 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung.

Die nun folgende Operation (1911) war schmerzlos und ohne nennenswerten Blutverlust auszuführen. Die Haut wurde im Umkreis des Tumors umschnitten, in gleichem Umfang wurde der Knochen mittels des Borchardtschen Pflugs und der Sudeckschen Fräse und schließlich die Dura durchtrennt, welche mit dem Tumor verwachsen war. Wie regelmäßig in dieser Gegend, löste die Dura in der Schläfengegend dicht über dem Jochbogen leichte Schmerzempfindungen aus, während sie weiter nach dem Scheitel hin gefühllos war. Figur 37 zeigt den entfernten Tumor; zu sehen ist das ihm anhaftende, ausgeschnittene Stück der Dura. Figur 38 zeigt den Kranken nach der Entfernung des Tumors; man sieht die freiliegende, durch den Druck des Tumors abgeflachte Hirnoberfläche. Fig. 38 zeigt den Kranken, nachdem der nach hinten herunterhängende große Hautlappen abgelöst, und nachdem der Defekt der Dura durch ein in Lokalanästhesie dem Kranken entnommenes Stück der Fascia lata ersetzt ist. Der Kranke sitzt ohne Unterstützung auf dem Operationstisch, um sich photographieren zu lassen. Nur der Kopf wird von einem Assistenten zu diesem Zweck fixiert. Den Schluß der Operation bildete das Einnähen des Hautlappens in den Defekt der rechten Hälfte der Kopfhaut und die Deckung des sekundären Hautdefekts durch Epitheltransplantation in Lokalanästhesie. Fig. 39 zeigt den Kranken schließlich nach der Heilung, welche ungestört vonstatten ging bis auf eine kleine Randgangrän am vorderen Rande des Hautlappens. Obwohl also hier die transplantierte Faszie eine Zeitlang frei lag, blieb sie doch erhalten und bedeckte sich mit Epithel.

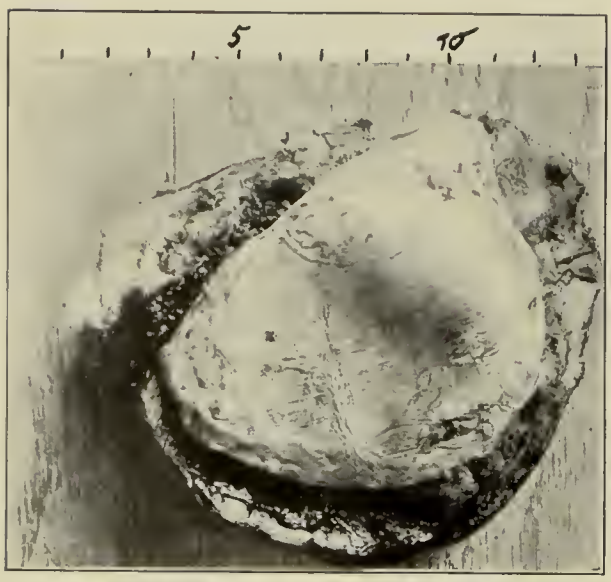


Fig. 36. Sarkom des Schädeldachs 2. Der entfernte Tumor.

Ohne weitere Worte erkennt man an den während der Operation aufgenommenen Photogrammen die Beschränkung der Blutung durch die Anwendung der Lokalanästhesie.

Schädelresektionen in der Schläfengegend.

Ich habe solche häufig in Lokalanästhesie ausgeführt, meist zur Ausräumung von epiduralen Hämatomen dieser Gegend, einmal zur Entfernung eines Fremdkörpers (ein Stück Mützenschirm!), der genau im Sprachzentrum lag, worauf die entstandene motorische Aphasie wieder zurückging. Immer wieder konnte man die Beobachtung machen, daß die Dura gegen die Schädelbasis hin deutliche, wenn auch mäßige Schmerzempfindlichkeit besitzt.

Figur 40 zeigt die Anordnung der Einstichquaddeln und die Um-

Fig. 37.
Sarkom des Schädeldachs 3. Der Operierte nach Entfernung des Tumors.

spritzungsfigur zur Ausschneidung eines Hautknochenlappens in der Schläfengegend. Der Punkt 1 liegt in der Mitte des oberen Jochbogenrandes und von ihm aus ist ½ oder 1%ige Novokain-Suprareninlösung nicht nur subkutan in der Richtung der punktierten Linie zu injizieren, sondern es muß auch ein Querschnitt des Temporalmuskels nach dem Schema Fig. 41 infiltriert werden. Die Abbildung zeigt einen schematischen, horizontalen, also dem oberen Jochbeinrande parallel verlaufenden Querschnitt durch Haut, Schläfenmuskel und Schläfenbein mit der Quaddel 1 als Einstichpunkt. Von ihm aus wird die Hohlnadel zuerst senkrecht zur Hautoberfläche bis auf den Knochen eingestochen

(Pfeil 1), dann in schräger Richtung gegen den vorderen und hinteren Rand des Schläfenmuskels wieder bis auf den Knochen (Pfeil 2), immer in der gleichen horizontalen Ebene, endlich in noch schrägerer Richtung in das Unterhautzellgewebe (Pfeil 3), der subkutanen Injektion vom Punkt 2 und 6 (Fig. 40) entgegen. Für die Injektion von Punkt 1 braucht man ca. 30 ccm, für die subkutane Umspritzung des Operationsfeldes nochmals etwa 30 ccm, im ganzen also mindestens 60 ccm Flüssigkeit.

Fig. 38. Sarkom des Schädeldachs 4.
Der Kranke nach ausgeführter Faszientransplantation in den Duradefekt und Ausschneiden des Hautlappens.

Krause hat kürzlich über eine in Lokalanästhesie ausgeführte Exzision des Ganglion Gasseri berichtet. Sie war unter Zuhilfenahme von Pantopon-Skopolamin gut auszuführen. Es empfiehlt sich, bei Operationen in dieser Gegend der Umspritzung des Operationsfeldes die Unterbrechung des N. mandibularis am Foramen ovale oder die Injektion ins Ganglion Gasseri nach Härtel vorauszuschicken. Für die Exstir-

pation des Ganglion Gasseri werden diese Verfahren freilich wohl nicht mehr in Betracht kommen. Denn wenn es gelingt, die Trigeminusstämme an ihren Austrittsstellen oder das Ganglion zu punktieren, so wird man sie mit Alkohol zerstören und die Exstirpation des Ganglions unterlassen.

Die Freilegung des Kleinhirns.

Ich habe sie fünfmal in Lokalanästhesie ausgeführt, stets ohne irgend welche Schmerzen für die Kranken, und habe schon früher (XV, 3) zwei Krankengeschichten mitgeteilt. Die gleichzeitig gewonnene Suprareninanämie ist für diese Operation von der allergrößten Bedeutung. Sie hat zur Folge, daß man niemals genötigt ist, die der Schädeleröffnung folgenden intrakraniellen Eingriffe auf eine zweite Sitzung zu verschieben. Fig. 42 zeigt die Anordnung der Einstichquaddeln und die Schnittführung für die Freilegung beider Kleinhirnhemisphären. Es empfiehlt sich, von diesem Typus auch dann nicht abzugehen, wenn man beabsichtigt, nur eine Kleinhirnhälfte zugänglich zu machen. Die Punkte 3 und 9 liegen dicht hinter der Basis des Warzenfortsatzes. Von diesen beiden Punkten, sowie von 1, 2 und 10 werden die erforderlichen Injektionen in die Nackenmuskeln ausgeführt. Der Zweck dieser Injektion ist, eine in ihrer Form und Lage durch die Einstichpunkte gekennzeichnete muldenförmige Muskelschicht, welche das Operationsfeld gleichsam vom übrigen Körper abtrennt, mit Suprareninlösung zu durchtränken. In das Operationsfeld wird nichts injiziert. Hieraus und aus der Analogie mit der Schläfenmuskelinjektion (Fig. 41) ergibt sich wohl die mit Worten sehr schwer zu beschreibende Führung der Nadel, deren Spitze allenthalben bis an die Querfortsätze der Halswirbel und das Okziput vordringen muß. Es folgt die Verbindung sämtlicher Einstichquaddeln durch subkutane Injektion. Verbraucht werden 100 bis

Fig. 39. Sarkom des Schädeldachs 5. Der Kranke nach der Heilung.

120 ccm der Lösung, mehr als die Hälfte geht auf die Injektionen in die Nackenmuskeln ab. Ich habe hierbei stets ½%ige Novokain-Suprareninlösung gebraucht und mit ihr vollendete Anästhesie und Anämie erhalten. Die Dura der hinteren Schädelgrube und das Kleinhirn besitzen keine Schmerzempfindlichkeit.

Bei den Schädelresektionen in Lokalanästhesie ist die Anwendung des Meißels soweit als irgend tunlich zu beschränken. Denn das Meißeln

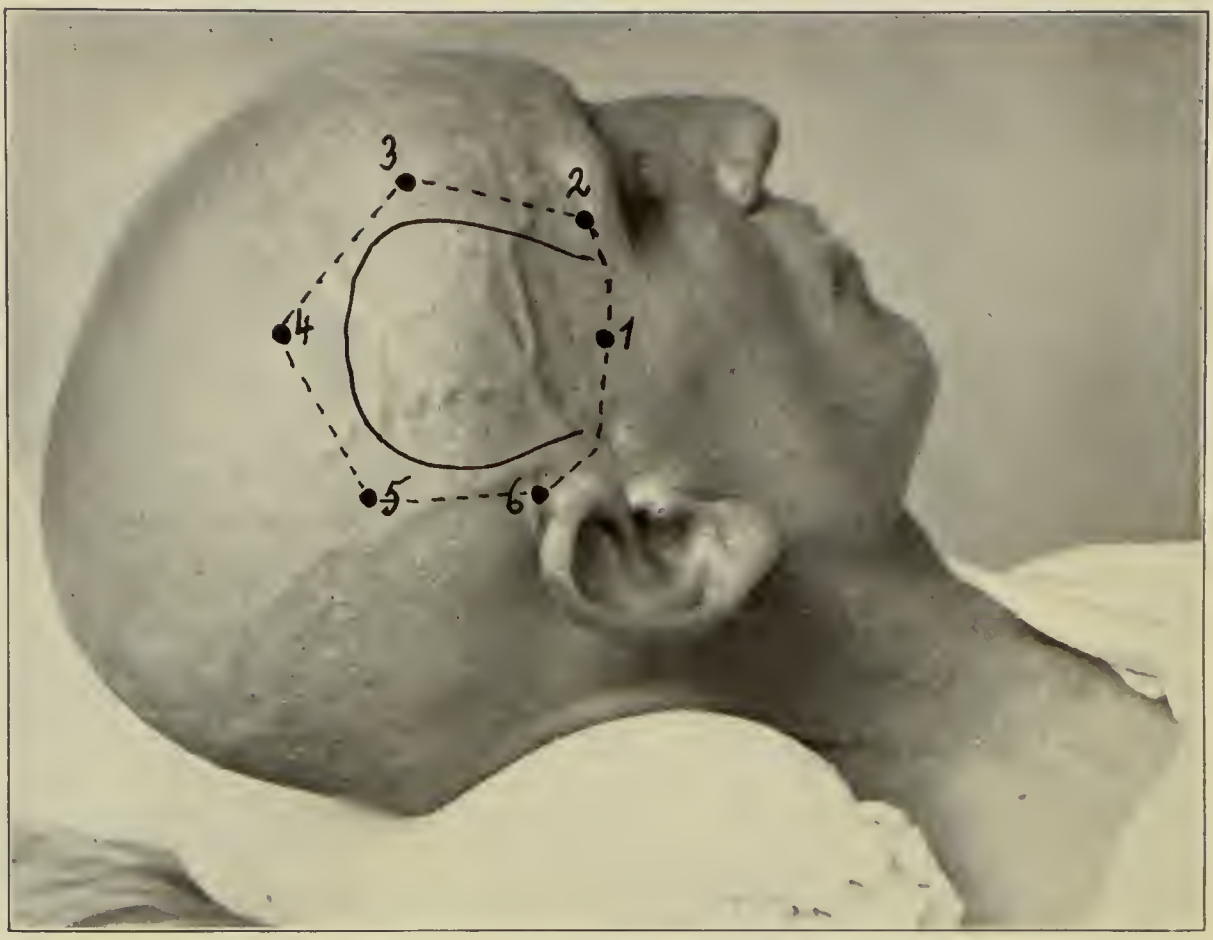


Fig. 40.
Einstichquaddeln, Umspritzungsfigur und Hautschnitt bei Schädelresektionen in der Schläfengegend.

ist die einzige für die Kranken sehr unangenehme Manipulation. Das ist um so mehr zu beachten, als der Gebrauch von Morphium, Pantopon, Skopolamin u. dgl. bei Kranken mit Hirnverletzungen und raumbeengenden Hirnerkrankungen wegen der ungünstigen Wirkung dieser Mittel auf das Atemzentrum zu vermeiden ist. Beschränkt man das Instrumentarium auf Sägen, den Borchardtschen Pflug, die Sudecksche Fräse, die Dahlgreensche Zange und Hohlmeißelzangen, so haben die Kranken bei Schädel- und Hirnoperationen in Lokalanästhesie nichts zu leiden.

Auf die Bedeutung der Lokalanästhesie für die großen Hirnoperationen hat kürzlich Bier (XIX, 2) hingewiesen. Er hat die Beobachtung gemacht, daß die Reizbarkeit der Hirnrinde, obwohl die Injektionen nur an der Außenfläche des Schädels gemacht waren, herabgesetzt war. Wenn sich die Richtigkeit dieser Beobachtung bestätigen sollte, so würde das als ein Nachteil der Lokalanästhesie bei Epilepsieoperationen anzusehen sein.

2. Operationen am Gehörorgan[1]).

Innervation.

An der Innervation der Ohrmuschel beteiligen sich N. auricularis magnus, auriculotemporalis, occipitalis minor und Ramus auricularis N. vagi. Den häutigen und knöchernen Gehörgang, sowie die äußere

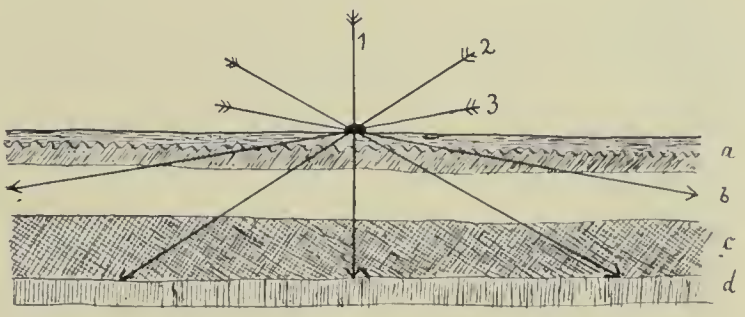


Fig. 41.
a Haut. *b* Unterhautzellgewebe. *c* Querschnitt des Schläfenmuskels. *d* Schläfenbein.

Fläche des Trommelfells, versorgen Zweige des N. auriculotemporalis und des R. auricularis N. vagi, welche von vorn und hinten am Übergang des häutigen in den knöchernen Gehörgang in das Gehörorgan eintreten.

Die mediale Fläche des Trommelfells, die Schleimhaut der Paukenhöhle, des Recessus epitympanicus und der Tuba Eustachii innerviert der R. tympanicus des N. glossopharyngeus.

Die Schleimhaut der Warzenfortsatzzellen und des Antrum tympanicum innerviert dagegen der N. spinosus aus dem N. mandibularis, der von der Schädelhöhle her durch die Fissura petrosquamosa in das Schläfenbein eintritt.

---

*) Ich kann mich in diesem und einigen späteren Abschnitten auf eine eingehende Darstellung der Anästhesierung bei den sogenannten spezialistischen Operationen nicht einlassen, da mir hierzu die persönliche Erfahrung abgeht.

Die Anästhesierung des Trommelfells.

Das Trommelfell reagiert wegen seiner Epidermisbedeckung nur unvollkommen auf Anästhetika (Kokain oder Alypin), die in den Gehörgang gebracht werden; sie setzen meist nur die Empfindlichkeit herab. Besser wirken Kombinationen mit Karbolsäure (Bonain). Hechinger empfiehlt folgende Zusammenstellung: Acid. carbol. liquef. 0,5, Kokain. muriat., Menthol aa 2,0, Spiritus 10,0. Das Trommelfell

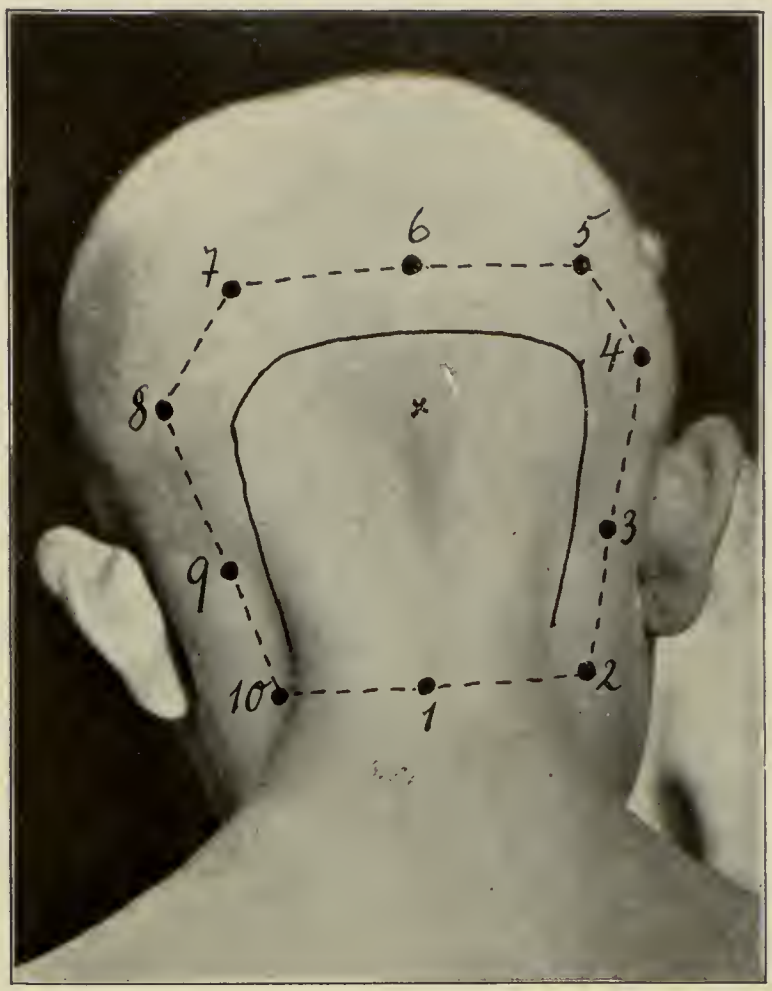


Fig. 42.
Umspritzungsfigur und Einstichquaddeln zur Freilegung der Kleinhirnhemisphären.

wird durch Auftupfen dieser Lösung, der Gehörgang durch Einlegen eines mit ihr getränkten Tampons unempfindlich. Parazentesen und Furunkelinzisionen sollen hierauf fast immer schmerzlos sich ausführen lassen. Tiefenthal injiziert zur Anästhesierung des Trommelfells behufs Parazentese 2—4 Tropfen 5—10%ige Kokain-Suprareninlösung mit einer feinen Nadel in die Paukenhöhle. Albrecht bedient sich der Kataphorese zur Anästhesierung des Trommelfells. Ein mit 20%iger

Kokainlösung getränkter Wattebausch wird an der positiven Elektrode eines konstanten Stroms befestigt und an das Trommelfell gebracht. Nach 3—4 Minuten wird letzteres unempfindlich.

Die Anästhesierung des Gehörganges.

Völlige Anästhesie des Gehörganges erhält man leicht durch Injektion des Anästhetikums vor und hinter den häutigen Gehörgang unmittelbar am Knochen nach von Eicken und Laval. Man trifft dadurch die den Gehörgang innervierenden Zweige des N. vagus und auriculotemporalis.

Fig. 43. Injektion nach van Eicken zur Anästhesierung des Gehörgangs.

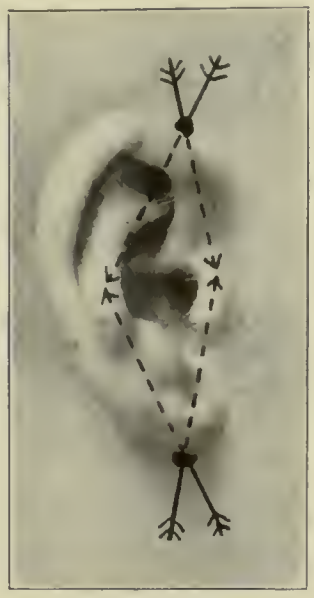


Fig. 44. Anästhesierung der Ohrmuschel.

Der Einstichpunkt liegt vor der Spitze des Warzenfortsatzes und hinter dem Ansatz des Lobulus auriculae. Während der Lobulus nach vorn und außen abgezogen wird, führt man die Hohlnadel auf der Vorderfläche des Warzenfortsatzes am Gehörgang vorbei bis zur Linea temporalis und injiziert 1—2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Ebenso führt man die Nadel vor dem Gehörgang vorbei und an der Rückseite des Kiefergelenks bis zum Jochbeinansatz (Fig. 43). Man injiziert jedesmal 1—2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Bei der Injektion nach vorn lassen v. Eicken und Laval den Mund weit öffnen, damit das Gelenkköpfchen des Unterkiefers nach vorn rückt. Die Empfindlichkeit des Trommelfells wird herabgesetzt, aber nicht aufgehoben.

Die Anästhesierung der Ohrmuschel.

Durch subkutane Um- und Unterspritzung des ganzen Ohrmuschelansatzes von zwei Einstichpunkten aus (Fig. 44) mit ungefähr 20 ccm ½ oder 1%iger Novokain-Suprareninlösung wird die ganze Ohrmuschel unempfindlich.

Die Anästhesierung der Paukenhöhle.

Ist das Trommelfell zerstört, so wird die Schleimhaut der Paukenhöhle der Oberflächenwirkung konzentrierter (10—20%iger), in den Gehörgang eingeträufelter Kokain- oder Alypinlösungen zugänglich. Die komplizierte Form der Höhle und die Schwierigkeit, das Anästhetikum überall in wirksamen Kontakt mit der Schleimhaut zu bringen, beeinträchtigt nicht selten den Erfolg. Tiefenthals Injektionen durch das unverletzte Trommelfell hindurch wurden schon erwähnt.

Neumann wies nach, daß eine Flüssigkeit, welche so injiziert wird, daß die Auskleidung der oberen Wand des knöchernen Gehörganges sich vom Knochen abhebt, unter die Trommelfell- und Paukenschleimhaut gelangen muß und auf diese Weise Anästhesie des Trommelfells und der Pauke zu erzielen ist. Neumann beschreibt die Injektion folgendermaßen:

> Die Punktionsnadel wird in die obere Wand des knorpeligen Gehörgangs, ½—1 cm vom Beginn des knöchernen Teils entfernt, eingestochen und bis unter das Periost vorgeschoben. Die Stelle der Injektion kann dadurch leicht gefunden werden, daß bei Hebung und Senkung der Ohrmuschel der bewegliche, knorpelig-membranöse Teil sich vom fixen, knöchernen durch eine Art Falte scharf abhebt, welche der Grenze des knorpelig-membranösen und des knöchernen Teils entspricht. Ein weiterer Anhaltspunkt für die Grenze beider Gehörgangsabschnitte ist der matte Glanz des knorpeligen Teils im Gegensatz zu der glänzenden Oberfläche des knöchernen Teils. Nach Fixierung der Injektionsstelle wird die Nadel in schräger Richtung nach oben bis auf die obere knöcherne Gehörgangswand eingestochen und unter mäßigem Druck die anästhesierende Lösung injiziert. Wartezeit von 10 Minuten.

Das Neumannsche Verfahren wurde in Politzers Klinik mit sehr gutem Erfolge zu intratympanalen Operationen, wie Hammer-Amboßextraktion u. dgl. verwendet. Gompertz, Thies, Halacz, Barany, Harley bestätigen, daß mittels der Neumannschen Injektionen, zumal in Verbindung mit der Oberflächenapplikation starker Anästhetika, eine gute Anästhesie des Trommelfells und der Paukenhöhle zu erzielen ist.

Die Aufmeißelung des Warzenfortsatzes, die Eröffnung des Antrum tympanicum und die Radikaloperation.

Wir behandeln zunächst die umfangreichste dieser Operationen, die Radikaloperation, da sich das für die weniger umfangreichen Eingriffe einzuschlagende Verfahren alsdann von selbst ergibt.

Der Versuch Alexanders, mit Hilfe der Schleichschen Infiltrationsanästhesie die Radikaloperation auszuführen, hat keine Nachahmer gefunden. Erst die Arbeiten von Neumann haben einen Fortschritt in dieser Hinsicht gebracht. Es handelt sich darum, die Umspritzung des Gehörganges nach v. Eicken und Laval und die Injektion Neumanns zur Anästhesierung des Trommelfells und der Paukenhöhle (s. oben) zu kombinieren mit der Anästhesierung der Ohrmuschel und der den Schädel bedeckenden retroaurikulären Weichteile. Kulenkampff hat dieses Verfahren selbst an einer Reihe von 30 Radikaloperationen studiert, wir können also über die Ergebnisse ein eigenes Urteil abgeben*). Ich empfehle folgendes Vorgehen, das sich im Prinzip durchaus an Neumann anschließt.

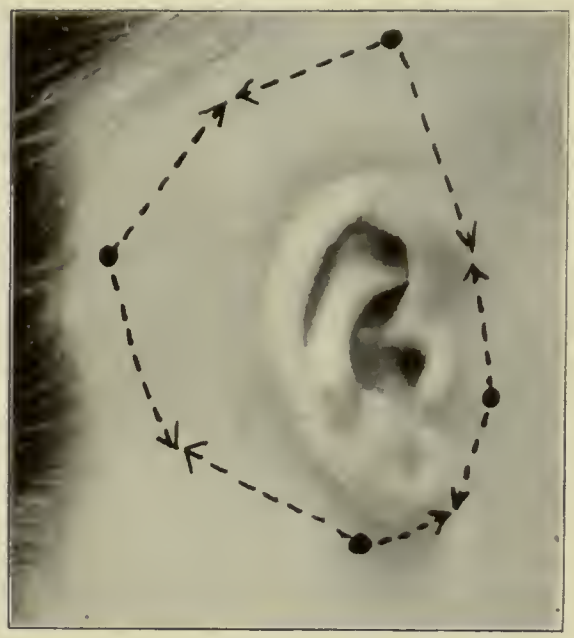


Fig. 45. Umspritzung des Operationsfeldes zur Radikaloperation.

Wir beginnen damit, in den Gehörgang des Kranken, dessen Kopf auf der gesunden Seite liegt, einige Tropfen 20%iger Alypin- oder Kokainlösung mit Suprareninzusatz einlaufen zu lassen. Die Lösung gelangt, da das Trommelfell wohl immer zerstört ist, in die Paukenhöhle und kann während der folgenden Manipulationen auf sie wirken. Im übrigen ist Kokain überflüssig.

Es folgt die Umspritzung des ganzen Operationsfeldes etwa in der in Fig. 45 wiedergegebenen Weise von drei oder vier Einstichpunkten. Dazu braucht man gegen 40 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung, deren größere Hälfte am unteren Umfange des Operationsfeldes zu injizieren ist, wo N. occipitalis und N. auricularis magnus in dasselbe eintreten. Weitere Injektionen auf den Knochen in der Schnittlinie,

*) Dr. Kulenkampff wird in einem der nächsten Hefte der Beiträge zur klin. Chirurgie (Bd. 84) ausführlich hierüber berichten.

wie Neumann sie empfiehlt, sind nicht nötig. Das Photogramm (Fig. 46) ist unmittelbar nach ausgeführter Umspritzung hergestellt, um den durch die injizierte Flüssigkeit gebildeten Wall kenntlich zu machen. Einige Minuten später verschwindet dieser Wall.

Daran schließt sich die Anästhesierung des Gehörganges, die wir meist in folgender Weise ausgeführt haben. Man markiert einen Einstichpunkt hinter dem Gehörgang (Fig. 47) und injiziert mit feiner Hohlnadel, die man bei nach vorn gezogener Ohrmuschel entlang der Vorderfläche des Warzenfortsatzes bis zum knöchernen Gehörgang einführt, 2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Injektion erfordert

Fig. 46.
Aussehen des Operationsfeldes zur Radikaloperation unmittelbar nach der Umspritzung.

Fig. 47. Lage des Einstichpunktes zur Injektion hinter den Gehörgang.

ziemlich starken Druck, und die Lösung verteilt sich ganz von selbst rings um die Gehörgangswand. Es folgt die oben beschriebene Neumannsche Injektion (2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung) in die obere Gehörgangswand. Sie ist schmerzlos, weil der Gehörgang bereits unempfindlich wurde. Gewöhnlich haben wir auch noch von innen, d. h. vom Gehörgang aus, 1—2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung vor den Gehörgang injiziert.

Absolut schmerzlos ist nun nach sachgemäß ausgeführter Injektion der Weichteilschnitt, die Ablösung des Periosts, die Auslösung des häutigen aus dem knöchernen Gehörgang, die Gehörgangsplastik. Letztere führe ich, einer Anregung meines Assistenten Kulenkampff

folgend, vor Beginn der Knochenoperation aus, wodurch das Operationsfeld überraschend gut zugänglich wird. Zieht man nach Ausführung der Gehörgangsschnitte einen Bindenzügel durch den Gehörgang, so kann mit seiner Hilfe, ohne Anwendung von Haken, Ohrmuschel und Gehörgang sehr bequem nach vorn gehalten werden. Absolut schmerzlos ist ferner die Aufmeißelung des Processus mastoideus und die Eröffnung des Antrum. Diese Teile scheinen überhaupt keine große Schmerzempfindlichkeit zu besitzen. Weniger zuverlässig ist die Anästhesie der Paukenhöhle. Man muß häufig nach der Auslösung des häutigen Gehörganges mit der Oberflächenapplikation von 20% iger Alypin- oder Kokain-Suprareninlösung nachhelfen. Die Gegend der Tube bleibt trotzdem meist etwas empfindlich. Von außerordentlich großem Vorteil ist aber die Blutleere des Operationsfeldes. Sie ermöglicht erst die erwähnte Gehörgangsplastik zu Beginn der Operation. Ein Übelstand ist die für die Kranken sehr unangenehme Anwendung des Meißels.

Sucht man aber die Kranken etwas aus, schaltet man sehr ängstliche und aufgeregte Personen aus, bereitet man sie in geeigneter Weise mit Morphium-Skopolamin vor, so kann man in der Tat einen Teil der Radikaloperationen zu voller Zufriedenheit der Kranken und des Operateurs in Lokalanästhesie ausführen.

Die Aufmeißelung des Warzenfortsatzes und des Antrums ist in Lokalanästhesie viel früher und häufiger gemacht worden, als die Radikaloperation (Reclus, Schleich, Scheibe, Thies, Alexander, Neumann). Da es sich aber in diesen Fällen um die Behandlung akuter, septischer Eiterungen handelt, wo Injektionen in das Operationsfeld stets ihre Bedenken haben, so müssen meines Erachtens ganz bestimmte Umstände vorliegen, welche zuweilen einmal die Indikation zur Lokalanästhesie abgeben können. Jedenfalls ist sie bei der Radikaloperation öfter zu verwenden, als bei der akuten Otitis. Bei perforierten, phlegmonösen Eiterungen sind Injektionen natürlich ganz unzulässig.

Für die Eröffnung des Antrums kann die Neumannsche Gehörgangsinjektion wegbleiben, im übrigen verfährt man wie bei der Radikaloperation. Für die einfache Aufmeißelung genügt die Infiltration der den Warzenfortsatz bedeckenden Weichteile.

Wir haben ohne Erfolg versucht, den N. glossopharyngeus an der Schädelbasis vom Munde aus zu unterbrechen. Dagegen hat Hirschel, anscheinend mit Erfolg, den N. glossopharyngeus und vagus durch eine Injektion zwischen Gelenkfortsatz des Unterkiefers und Warzenfortsatz unterbrochen (XIX, 9). Ob es dabei gelingt, die hoch oben abgehen-

den, zum Gehörorgan ziehenden Zweige dieses Nerven zu treffen, bleibt abzuwarten.

3. Die Unterbrechung des N. trigeminus.

Die Unterbrechung eines oder mehrerer Äste des N. trigeminus ist nahezu bei allen Operationen im Bereich des Gesichtsschädels erforderlich, welche sich nicht allein auf Haut und Unterhautzellgewebe beschränken. Die Unterbrechung kann je nach Bedarf erfolgen, entweder an den Austrittsstellen der Nervenstämme an der Schädelbasis, im Verlaufe eines oder mehrerer ihrer Zweige, oder intrakraniell im Ganglion Gasseri.

Die Anästhesierung an der Schädelbasis ist zuerst am Foramen rotundum von Matas (XI, 86), später auf Payrs Anregung von Bockenheimer in einem Falle ausgeführt worden. Zur typischen Anästhesierungsmethode bei Operationen am Gesichtsschädel ist sie von uns ausgearbeitet worden; die erste Mitteilung und Beschreibung zahlreicher Operationen hat mein Assistent Peuckert veröffentlicht. Eine wesentliche Förderung hat die Sache unterdessen durch die Einführung der Schlösserschen Alkoholinjektionen bei Trigeminusneuralgien und die Arbeiten Härtels erfahren. Offerhaus, dem wir wichtige Mitteilungen über die Injektionstechnik beim dritten Ast verdanken, ist erst auf dem Wege der Alkoholinjektionen darauf gekommen, unabhängig von uns, auch anästhesierende Mittel zu operativen Zwecken in gleicher Weise zu injizieren.

Fig. 48.
Ausdehnung der absoluten Anästhesie nach Unterbrechung der Stirnäste des N. ophthalmicus.

Für die zentralen Trigeminusinjektionen sind die langen, dünnen Hohlnadeln Nr. 5 und 6 (S. 200) erforderlich, deren Handhabung durch den Hohlnadelhalter (Fig. 13, S. 201) erheblich erleichtert wird.

Nervus ophthalmicus.

Seine peripheren Zweige an der Stirn sind zu treffen durch subkutane Injektion von 5—10 ccm 1%iger Novokain-Suprareninlösung in einem Streifen quer über die Augenbrauengegend. Fig. 48 zeigt die Ausbreitung der entstehenden Anästhesie nach einem Versuch. Der Umfang des anästhetischen Feldes wechselt jedoch sehr. Man tut daher

gut, von dem Prinzip nicht abzugehen, an der Stirn und dem behaarten Kopf größere Operationsfelder stets ganz zu umspritzen.

Der Stamm des N. ophthalmicus ist mit der Hohlnadel direkt nicht zu treffen, da er meist schon vor seinem Eintritt in die Orbita in seine Zweige, N. lacrymalis, N. frontalis und N. nasociliaris zerfällt. Der letztere, der N. nasociliaris, tritt innerhalb des Annulus tendineus in den Muskeltrichter der Orbita ein (Fig. 49) und innerviert das Auge. Seine zwei Endäste, die N. N. ethmoidales, verlassen aber den Muskeltrichter wieder, um in das Foramen ethmoidale anterius und posterius

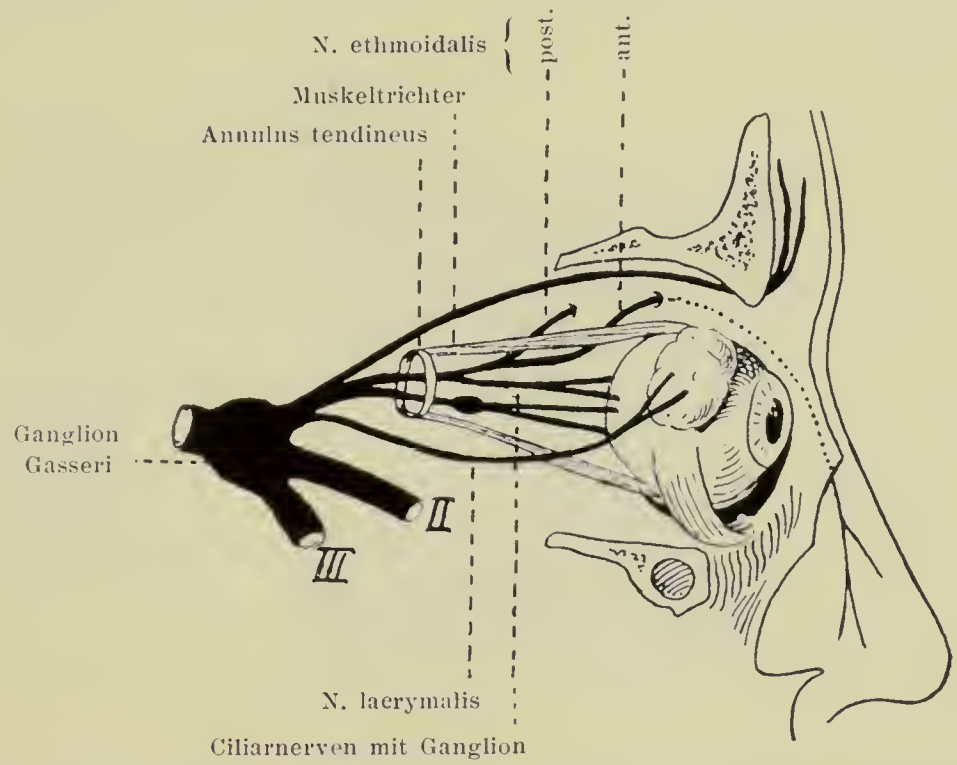


Fig. 49. Schema des N. ophthalmicus. Anlage der Zeichnung nach Corning.

einzutreten. Der N. frontalis und N. lacrymalis liegen ganz außerhalb des Muskeltrichters der Orbitalwand an und sind ebenso wie die beiden N. N. ethmoidales durch typische Injektionen in den hinteren Teil der Orbita zu unterbrechen.

Zur Injektion in die Orbita sind diejenigen Stellen besonders geeignet, wo die Orbitalwand eine ebene, nicht ausgehöhlte Fläche bildet, an der die Spitze einer geraden Hohlnadel außerhalb des Muskelmantels entlang geführt werden kann. Es ist das die laterale Wand, sowie der obere Teil der medialen Wand der Orbita. An anderen Stellen, wo die Nadelspitze die Führung am Knochen verliert, wären Verletzungen des Bulbus nicht sicher zu vermeiden. Gekrümmte Nadeln zu verwenden, kann ich nur abraten. Denn man weiß nie, wo deren

Spitze sich befindet. Der Einstichpunkt für die laterale Injektion liegt dicht über dem lateralen Augenwinkel. Die Nadel wird, stets unter Beobachtung, daß ihre Spitze nicht vom Knochen abkommt, 4½—5 cm in die Tiefe geführt und kreuzt dort, nicht zu verfehlen, die Fissura orb. superior (Fig. 50). Die Spitze stößt jenseits derselben auf die obere Orbitalwand und läßt sich nun nicht weiter vorschieben. Man injiziert etwa 2½ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung in die Umgebung der Fissura orbitalis superior.

Der Einstichpunkt für die mediale Orbitalinjektion liegt fingerbreit über dem inneren Augenwinkel. Die Nadel wird wiederum, stets

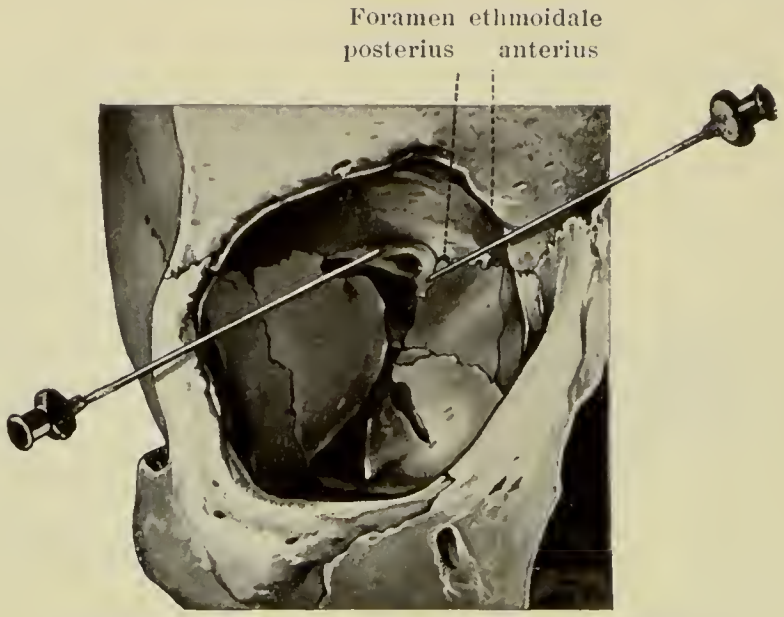


Fig. 50. Mediale und laterale Orbitalinjektion.

am Knochen entlang, 4—5 cm in die Tiefe geführt. Man injiziert nochmals 2½ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung, indem man die Flüssigkeit an der medialen oberen Orbitalwand verteilt.

Mit der lateralen Orbitalinjektion trifft man den N. frontalis und lacrymalis. Sie ist nötig bei Operationen in der Orbita und an der Stirnhöhle. Der N. frontalis und seine Äste lassen sich natürlich auch weiter vorn in der Orbita durch Injektionen über den Bulbus leicht unterbrechen.

Mit der medialen Orbitalinjektion trifft man den N. ethmoidalis anterior und posterior. Sie versorgen die Schleimhaut der Siebbeinzellen, der Stirnhöhle und der Keilbeinhöhle, der N. ethmoidalis ant. versorgt außerdem einen Teil der Nasenschleimhaut (Fig. 77, 78, S. 273), sein Endast tritt an der Grenze von knöcherner und knopeliger Nase schließlich wieder aus der Nase heraus und beteiligt sich an der

Innervation der Haut der Nasenspitze und ihrer Umgebung (Fig. 31). Die mediale Orbitalinjektion wird daher bei Operationen in der Nasenhöhle und den genannten Nebenhöhlen gebraucht.

Nach der Injektion entsteht, schnell vorübergehend, eine leichte Protrusio bulbi und ein Ödem des Oberlids. Die Injektionen in die Orbita machen den Kranken wenig Beschwerden, wenn man nur die Einstichstellen durch Quaddeln unempfindlich gemacht hat. Die injizierte Flüssigkeit befindet sich ganz außerhalb des Muskeltrichters der Orbita. Ein Einfluß des Anästhetikums auf die sensible Innervation des Bulbus, die Ziliarnerven und das Ganglion ciliare oder auf den N. opticus ist daher in der Regel nicht zu erwarten. Hierzu muß die

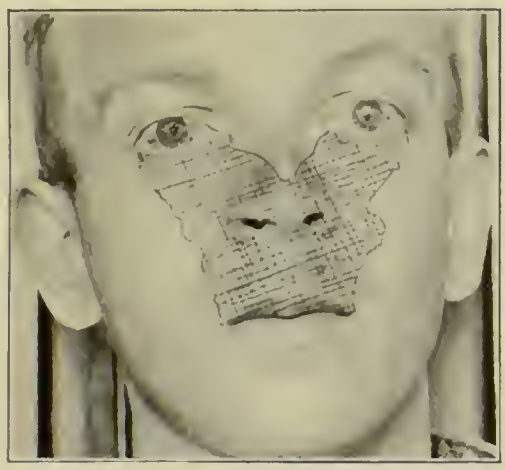


Fig. 51. Ausbreitung der Hautanästhesie bei beiderseitiger Injektion in das Foramen infraorbitale.

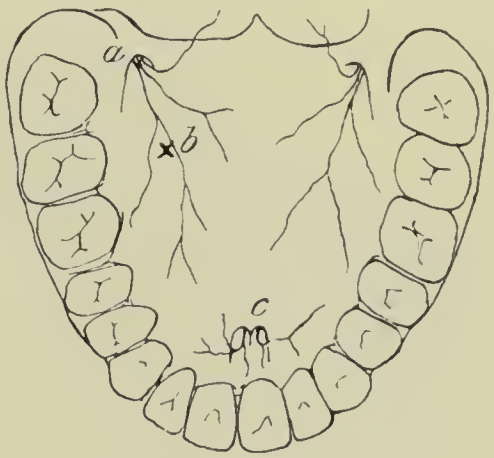


Fig. 52.
Innervation des harten Gaumens.
a N. palatinus ant. *b* Einstichpunkt.
c N. nasopalatinus Scarpae.

Lösung hinter den Bulbus innerhalb des Muskeltrichters injiziert werden (s. S. 265).

Üble Folgen habe ich bei der Ausführung der Orbitalinjektionen nicht erlebt. Ein Anstechen des Bulbus ist wohl ausgeschlossen. Kleine Hämatome im Orbitalfett sah ich zuweilen, namentlich bei der lateralen Injektion, entstehen, sie haben aber keinen Schaden gebracht.

Kredel sah im Anschluß an eine Orbitalinjektion eine 10 Minuten anhaltende Amaurose des betreffenden Auges. Es ist möglich, daß dieser Zufall öfter beobachtet wird. Denn der N. opticus kann sowohl durch die Suprareninanämie, als durch das Anästhetikum beeinflußt werden. Weitere Folgen sind davon schwerlich zu erwarten. Über einen anderen Fall von vorübergehender Amaurose nach einer in Lokalanästhesie ausgeführten Operation eines Stirnhöhlenempyems berichtet Jassenetzky. Sie trat aber erst am Tage nach der Operation ein,

war bedingt durch ein entzündliches Ödem der Orbita, und da es sich um eine septische Operation gehandelt hat, ist es sehr fraglich, ob die Injektion einen Anteil gehabt hat an diesen entzündlichen Erscheinungen.

Nervus maxillaris.

Von seinen peripheren Zweigen sind der N. infraorbitalis und die von hinten am Tuber in den Oberkiefer eintretenden N. N. alveolares sup. post. und med. (s. Fig. 93, S. 291) leicht zu unterbrechen.

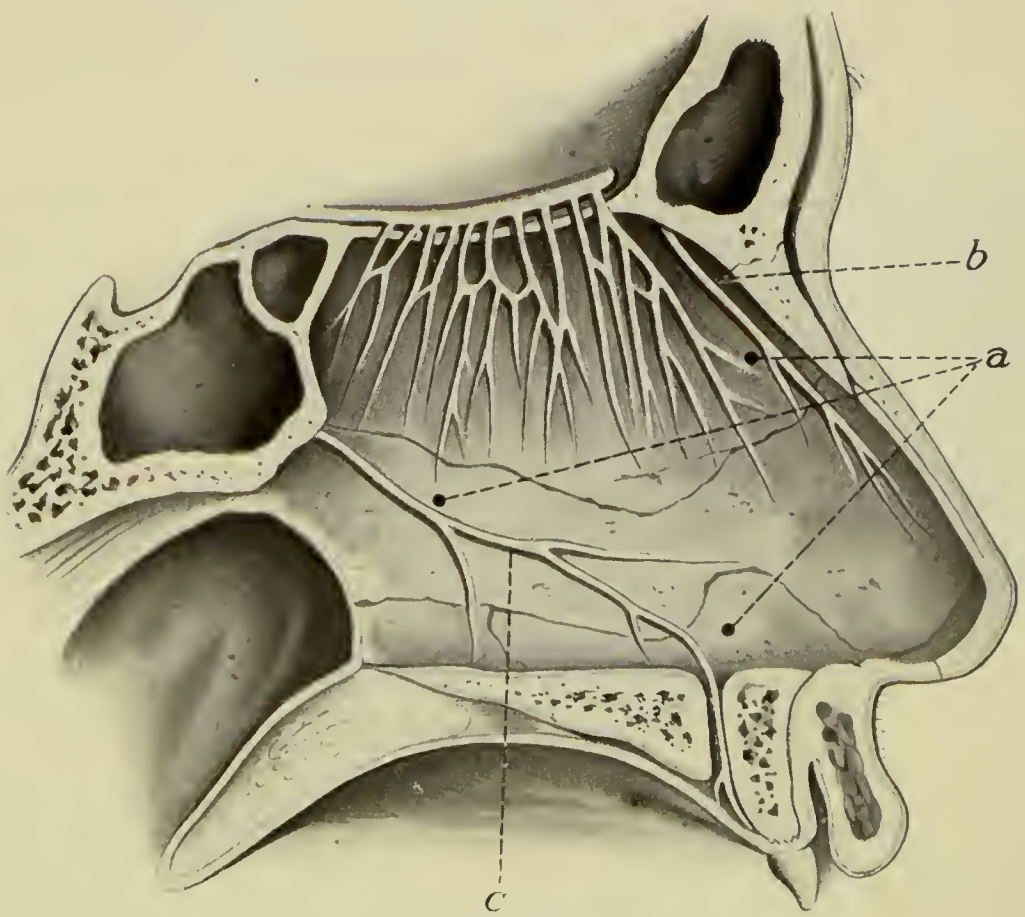


Fig. 53.
Anästhesierung der Nasenschleimhaut nach Killian.
a Injektionsstelle. *b* N. ethmoidalis. *c* N. nasopalatinus Scarpae.

Das Foramen infraorbitale erreicht man entweder von der Mundhöhle aus, indem man die Hohlnadel an der Umschlagsfalte durch die Schleimhaut des oberen Alveolarfortsatzes einsticht, längs der Vorderfläche des Oberkiefers bis in die Gegend der Austrittsstelle des Nerven führt und dort 2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung injiziert oder besser, indem man von außen die Nadel in das Foramen infraorbitale einführt. Man sticht zu diesem Zweck eine feine Hohlnadel unterhalb der Mitte des unteren Orbitalrandes durch die Wangen-

haut, schiebt die Spitze tastend bis an den Knochen, injiziert etwas 2%ige Novokain-Suprareninlösung, und sucht nun, bis die Nadel in den Kanal eindringt. Hier genügt 1 ccm 2%ige Lösung zur sofortigen Unterbrechung des Nerven. Fig. 51 zeigt nach einem Versuch am Gesunden die Ausdehnung der entstehenden Anästhesie bei beiderseitiger Injektion. Sie betrifft die unteren Augenlider, die Oberlippe, den größten Teil des Nasenflügels (Haut und Schleimhaut), einen Teil der Wangenhaut und Wangenschleimhaut, die labiale Schleimhautbedeckung des vorderen Teils des oberen Alveolarfortsatzes, dessen Periost, die Vorderwand des Oberkiefers, die Zahnpulpen der Schneidezähne und Eckzähne.

Fig. 54.
Injektion an das Foramen rotundum von außen.

Die N. N. alveolares sup. post. und med. erreicht man ebenfalls leicht durch eine Injektion an den Tuber maxillae, und zwar wiederum entweder vom Munde aus oder von außen. Im ersteren Falle sticht man die Hohlnadel hinter dem Ansatz des Jochbogens unter die Schleimhaut bis zur Rückseite des Oberkiefers (s. Fig. 95, S. 293). Die Nadelführung von außen entspricht der bei der gleich zu beschreibenden Injektion an das Foramen rotundum, nur braucht man die Nadelspitze nicht bis in die Fossa pterygo-palatina einzuführen. Man verteilt in jedem Falle 5 ccm 1 oder 2%ige Novokain-Suprareninlösung an der Rückseite des Oberkiefers. Durch diese Injektion erzielt man Anästhesie der Pulpen der Molar- und Prämolarzähne und der Schleimhaut der Highmorshöhle.

Ferner lassen sich die den harten Gaumen versorgenden Nerven leicht durch periphere Injektionen unterbrechen. Es sind das der N. palatinus ant., der über dem dritten Molarzahn aus dem Foramen

palatinum majus an die Oberfläche tritt, und der N. nasopalatinus Scarpae (Fig. 52). Injiziert man unter den Überzug des harten Gaumens vorn, hinter den linken Schneidezahn einige Tropfen, und hinten, medial vom zweiten Molarzahn, 1—1½ cm vom Zahnfleischrande entfernt, also bei b, 1—2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung, so erhält man Anästhesie der betreffenden Hälfte des harten Gaumens und der ihn bedeckenden Weichteile, des lingualen Zahnfleisches, des Periosts. An der Innervation der Zahnpulpen und der Zahnwurzelhaut beteiligen sich diese Nerven nicht.

Fig. 55.
Injektion in das Foramen rotundum von außen. Auf der Hohlnadel steckt ein Kork. Der Kranke hat links eine große Wurzelzyste am Unterkiefer, rechts eine solche am Oberkiefer. Um letztere zu operieren, wurde die Injektion gemacht.

Endlich sucht Killian die peripheren, die Nasenscheidewand versorgenden Endäste des Trigeminus I und II (N. ethmoidalis und N. nasopalatinus Scarpae) durch Injektionen unter die Schleimhaut nahe der oberen Vomergrenze und am oberen Rande des Septums zu treffen (Fig. 53).

Den Stamm des N. maxillaris unmittelbar am Foramen rotundum zu anästhesieren, hat, wie schon erwähnt, Matas zuerst versucht. Vor Einführung des Suprarenins war es aber nicht möglich, ohne zu große Kokaindosen eine für länger dauernde Operationen ausreichende und zuverlässige Leitungsanästhesie zu erhalten.

Der von Matas beschrittene Weg, die Nadel am unteren Rande des Jochbogens einzustechen und entlang der Hinterfläche des Oberkiefers in die Fossa pterygo-palatina zu führen, ist leicht und zuverlässig. Ihn benutzt auch Schlösser für seine Alkoholinjektionen. Fig. 54 zeigt die durch die Form der Knochenteile sehr genau bestimmte Richtung der Nadel, Fig. 55 ihre Lage am Patienten. Der Einstichpunkt liegt dicht hinter dem unteren fühlbaren Winkel des Jochbeinkörpers und wird

durch eine Quaddel markiert. Von ihm aus wird die Nadel nach innen und oben vorgeschoben. Ihre Spitze durchbohrt den Masseter und stößt auf den Tuber maxillae. Längs dessen Oberfläche tastet man sich leise weiter. Manchmal bleibt die Nadelspitze nun zunächst am großen Keilbeinflügel hängen. Man nimmt dann vorsichtig geringe Änderungen der Nadelrichtung vor, muß zuweilen auch den Einstichpunkt weiter nach der Mitte des Jochbogens hin verlegen. Plötzlich gleitet die Nadel noch tiefer, tritt in die Fossa pterygo-palatina ein und trifft den Nerven in einer Tiefe von 5—6 cm. In demselben Augenblick empfindet der Kranke einen ins Gesicht ausstrahlenden Schmerz, und man injiziert unter geringem Vor- und

Fig. 56.
Injektion an das Foramen rotundum durch die Orbita 1.

Fig. 57.
Injektion an das Foramen rotundum durch die Orbita 2.

Zurückschieben der Nadel 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Beim Zurückziehen der Nadel entleert man noch 5 ccm ½—1%ige Novokain-Suprareninlösung hinter den Oberkiefer, um die Äste der A. maxillaris int. besser zur Kontraktion zu bringen.

Ein anderer Weg zum Foramen rotundum führt durch die Orbita (Fig. 56). Ihn hat Payr (XV, 17) nach Versuchen an der Leiche für die Resektion des Oberkiefers vorgeschlagen, und Bockenheimer*) (I, 3)

*) Es tut mir leid, daß ich die Mitteilungen Payrs und Bockenheimers, welche allerdings weitere praktische Folgen nicht gehabt haben, bisher übersehen hatte.

hat auf seine Anregung den zweiten Trigeminusast wegen Neuralgie nach Anästhesie des Nerven reseziert. Ich habe im vergangenen Jahre den orbitalen Weg bei Zahnoperationen und solchen an der Highmorshöhle, namentlich aber bei Alkoholinjektionen, viel angewendet und man muß ihn ebenso kennen, wie den von außen.

Man markiert einen Einstichpunkt an der Stelle, wo die Verlängerung des oberen Jochbogenrandes nach vorn den Orbitalrand schneidet oder wo der untere Rand der Orbita in den äußeren übergeht. Hier sticht man die Hohlnadel in die Orbita ein. Sie ist zunächst, damit man die Fühlung mit dem Orbitalboden nicht verliert, in fast vertikale Richtung nach unten zu bringen (Fig. 57). Man sucht nun mit der Nadelspitze die Fissura orbitalis inf. auf. Das Eindringen der Nadel in die Fissur bemerkt man daran, daß der knöcherne Widerstand des Orbitalbodens plötzlich aufhört. Sobald dies geschehen ist, wird der Nadelgriff gesenkt, so daß die Nadel nun bei aufrechter Kopfhaltung in eine fast horizontale Ebene kommt (Fig. 58), damit man nicht durch die Fissura orb. inferior in die Fossa infratemporalis gelangt. Ebenso ist aber das Eindringen der Nadel in das Orbitalfett zu vermeiden. Sie muß in der Ebene der Fissur vorgeschoben werden. Den Fehlweg bemerkt man an dem Aufhören jedes Widerstandes, das Vorschieben in der rechten Richtung gibt immer einen gewissen Widerstand und außerdem treten sofort ausstrahlende Parästhesien auf, die zuweilen zwingen, bereits jetzt einige Tropfen Novokain-Suprareninlösung zu injizieren. Die Nadelspitze gelangt in einer Tiefe von etwa 5 cm unmittelbar an das Foramen rotundum und stößt dort auf den knöchernen Widerstand der Schädelbasis.

Fig. 58.
Injektion an das Foramen rotundum durch die Orbita 3.

Nach einer gelungenen Injektion tritt fast sofort vollständige Anästhesie im ganzen Verbreitungsbezirk des N. maxillaris ein. Bei weniger gut gelungener Injektion muß man 10—20 Minuten warten. Gleichzeitig wird die betreffende Gesichtshälfte anämisch infolge der

Einwirkung des Suprarenins auf die Endäste der A. maxillaris interna.

Von Nebenwirkungen der Injektion in die Fossa pterygo-palatina vom unteren Jochbogenrande her sind außer bedeutungslosen Hämatomen an der Rückseite des Oberkiefers zuweilen Augenmuskellähmungen, besonders solche des N. oculomotorius, zu beobachten. Denn man kann mit der Hohlnadel leicht durch die Fissura orbitalis inf. in die Orbita gelangen. So wenig daraus ein Schaden bei anästhesierenden Injektionen entsteht — die Lähmungen schwinden mit der Wirkung des Anästhetikums — so vorsichtig muß man mit Alkoholinjektionen in dieser Gegend sein. Man darf Alkoholinjektionen nur machen, nachdem man zuvor den Nervenstamm mit einem Anästhetikum unterbrochen hat und sich vom Ausbleiben von Nebenwirkungen auf die Augenmuskeln überzeugt hat.

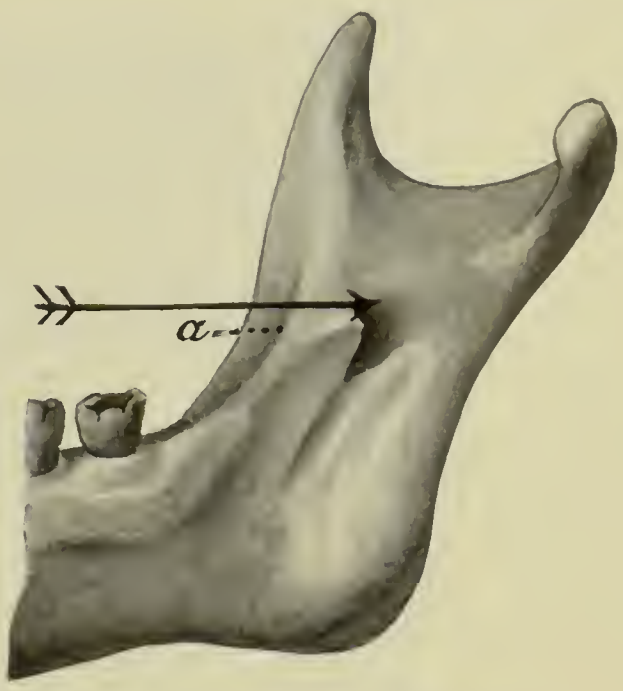


Fig. 59. Injektion an die Lingula.

Bei der Nadelführung durch die Orbita fehlen die Augenmuskellähmungen, weil man zwar die Hohlnadel zunächst in die Orbita einführt, dann aber aus ihr herausticht. Für die Alkoholinjektionen ist daher der Weg durch die Orbita der bessere. Hämatome, und zwar am Boden der Orbita und am unteren Lid, sieht man zuweilen nach der orbitalen Nadelführung entstehen.

Nervus mandibularis.

Für den dritten Ast des Trigeminus haben wir zwei Injektionsmethoden, welche mit nahezu absoluter Sicherheit eine schnelle Leitungsunterbrechung herbeiführen. Die eine ist die Anästhesierung des N. alveolaris inferior und des N. lingualis durch Injektion an die Innenfläche des Unterkieferkörpers in der Gegend der Lingula, die andere ist die Unterbrechung des Nervenstamms unmittelbar am Foramen ovale.

Die Anästhesierung des N. alveolaris inferior und N. lingualis. Die ersten Mitteilungen über die Anästhesierung des N.

alveolaris inferior an der Lingula stammen von Halstedt und Raymond (1885). Raymond berichtet über eine Injektion, die er mit 13 Tropfen einer 4%igen Kokainlösung an dieser Stelle gemacht hat. Nach 7 Minuten war nahezu vollständige Unempfindlichkeit der rechten Hälfte der Zunge, des Zahnfleisches und der Zähne der rechten Unterkieferhälfte eingetreten, so daß die Höhle des ersten Molaren

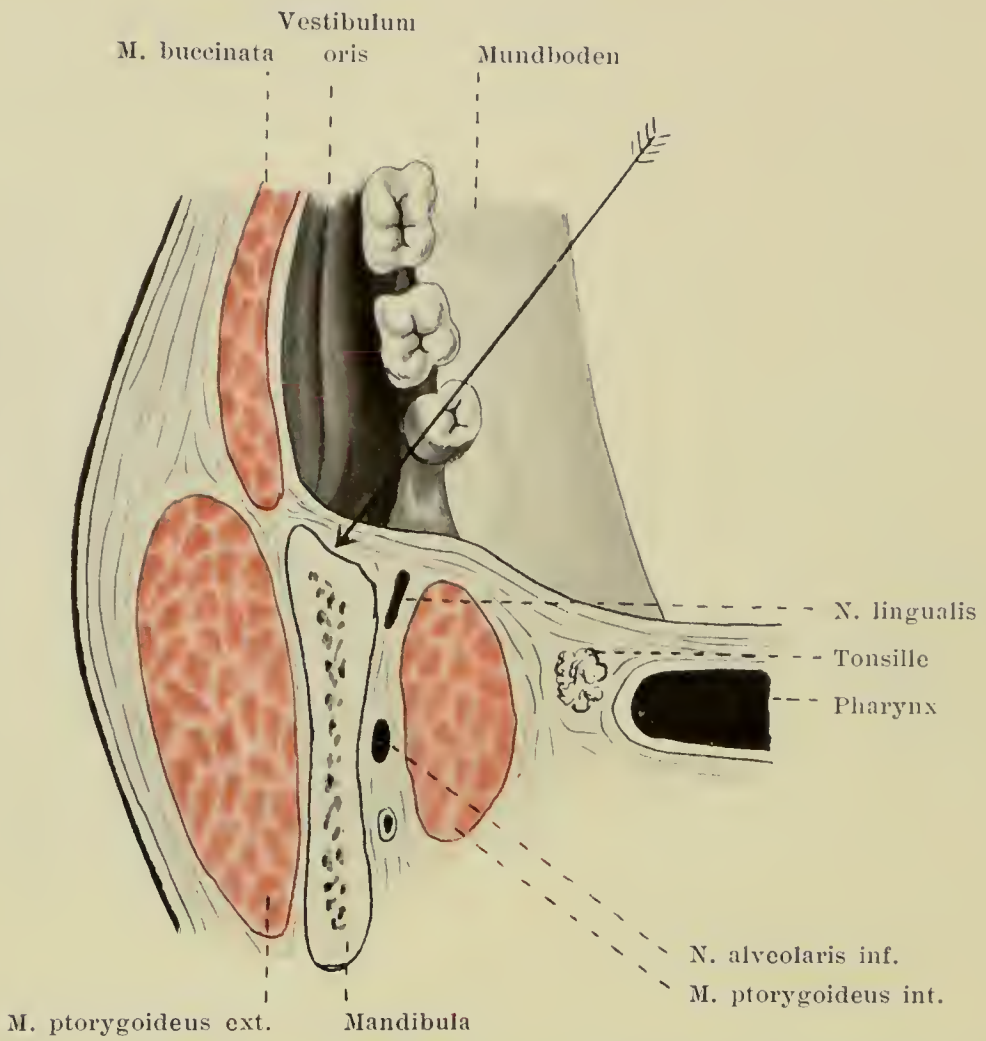


Fig. 60. Querschnitt durch den aufsteigenden Kieferast parallel zur Kaufläche der Unterkieferzähne. (Nach einem Präparat des Verfassers.)

schmerzlos bearbeitet werden konnte. Nach etwa 28 Minuten kehrte die normale Sensibilität wieder zurück*). Später lenkte Schleich wieder die Aufmerksamkeit auf dies Verfahren; mittels der von ihm gebrauchten dünnen Kokainlösungen ist aber eine Leitungsunterbrechung des Nervenstammes nicht zu erreichen. Später sind die Versuche, den N. alveolaris inferior an der Lingula zu anästhesieren, von Zahnärzten

*) Zitiert nach Läwen (XV, 95).

(Thiesing, Krichelsdorf, Dill, Hübner) mit Erfolg mittels Kokain-Suprareninlösung wieder aufgenommen worden, und heute gehört die gleichzeitige Anästhesierung des N. alveolaris inf. und N. lingualis zu den Manipulationen, welche der Zahnarzt täglich vornimmt. Die von mir angegebene Injektionstechnik ist in wesentlichen Punkten nicht geändert worden. Das kann sie auch gar nicht. Denn sie ist selbstverständlich. Ihre einzige Schwierigkeit bestand darin, sie zu beschreiben. Wenn man den aufsteigenden Kieferast vom Mund aus abtastet, so fühlt man etwa 1½ cm lateralwärts vom dritten Molarzahn den

Fig. 61.
Injektion an die Lingula. Haltung der Spritze.

vorderen, scharfen Rand des Proc. coronoideus, der nach unten, seitlich vom dritten Molarzahn in die Linea obliqua ausläuft (Fig. 59). Medialwärts von dieser Kante liegt ein kleines, dreieckiges, konkav gestaltetes, mit Schleimhaut bedecktes Knochenfeld, das nach vorn und innen schaut und medialwärts wiederum von einer gut abtastbaren Knochenkante (Fig. 59, a) begrenzt wird. Einen anatomischen Namen besitzt diese letztgenannte Kante nicht, sie läuft nach unten in die Alveole des dritten Molarzahnes aus. Ich werde das erwähnte dreieckige Feld, um mich kurz ausdrücken zu können, Trigonum retromolare nennen. Es liegt bei geschlossenem Munde zur Seite des oberen dritten Molarzahnes, bei geöffnetem Munde ist es zwischen oberer und unterer Zahn-

der Nadelspitze beschriebenen Wege, dicht unter der Schleimhaut bereihe, seitlich von ihnen, gut zugänglich. Der Einstichpunkt für die Hohlnadel liegt in der Mitte des Trigonum retromolare, ungefähr 1 cm oberhalb und ebensoviel seitlich von der Kaufläche der Unterkieferzähne. Ein Schnitt, der durch diesen Punkt genau parallel zur Kaufläche der unteren Molaren durch den aufsteigenden Kieferast und die ihm anliegenden Weichteile gelegt wird, zeigt folgendes Bild (Fig. 60)*).

Man sieht von oben in das Vestibulum oris mit der Linea obliqua, auf das hintere Ende des unteren Alveolarfortsatzes der linken Seite mit den drei letzten Molarzähnen, weiter medial auf den Mundboden, die Zunge ist entfernt. Am Querschnitt des Unterkiefers erkennt man vorn das in das Vestibulum oris sich verbreiternde Trigonum retromolare. Unmittelbar neben dessen medialer Kante, dicht unter der Schleimhaut, liegt der N. lingualis, $1\frac{1}{2}$ cm weiter zurück der N. alveolaris inferior. Er ist kurz nach seinem Austritt aus dem Knochenkanal und oberhalb der Lingula getroffen. Er liegt dem Knochen dicht an. Wenig höher entfernt er sich von demselben, wenig tiefer ist er von der Lingula bedeckt.

Um nun die beiden Nervenstämme zu anästhesieren, verfährt man folgendermaßen. Man läßt den Kranken, der sich am besten in sitzender Stellung befindet, den Mund weit öffnen und sucht mit dem linken Zeigefinger den vorderen Rand des Proc. coronoideus und das Trigonum retromolare auf. Spritze und Hohlnadel befinden sich in der in Fig. 61 angegebenen Stellung und bleiben in dieser während der ganzen folgenden Manipulationen, d. h. die Hohlnadel ist von der Gegend des gegenseitigen unteren Eckzahns gegen die Einstichstelle gerichtet und befindet sich in einer zur Kaufläche der unteren Zähne parallelen Ebene. Man sticht nun die Hohlnadel an dem oben erwähnten Punkt, 1 cm oberhalb und seitlich von der Kaufläche des letzten Molarzahns auf das Trigonum retromolare ein. Dicht unter der dünnen Schleimhaut muß man auf Knochen treffen. Ist dies nicht der Fall, so befindet sich die Nadelspitze zu weit medial, ein Fehler, der von Anfängern stets gemacht wird. Nun tastet man mit der Nadelspitze allmählich weiter medialwärts, bis man an die Kante a (Fig. 59) gelangt. Endlich gleitet die Nadel an der Innenfläche des Unterkiefers in die Tiefe. Man schiebt sie noch 2—$2\frac{1}{2}$ cm weit vor, niemals die Fühlung mit dem Knochen verlierend. Auf dem ganzen, von

*) Horizontal ist dieser Schnitt nur bei geschlossenem Munde, nicht bei geöffnetem Munde. Ich habe solche Schnitte von entkalkten und in Zelloidin eingebetteten Präparaten angefertigt und abgezeichnet.

ginnend, wo der N. lingualis liegt, injiziert man 5 ccm 1 oder 2%ige Novokain-Suprareninlösung.

Wir führen die Injektion stets, wie Fig. 61 zeigt, mit langer Hohl-

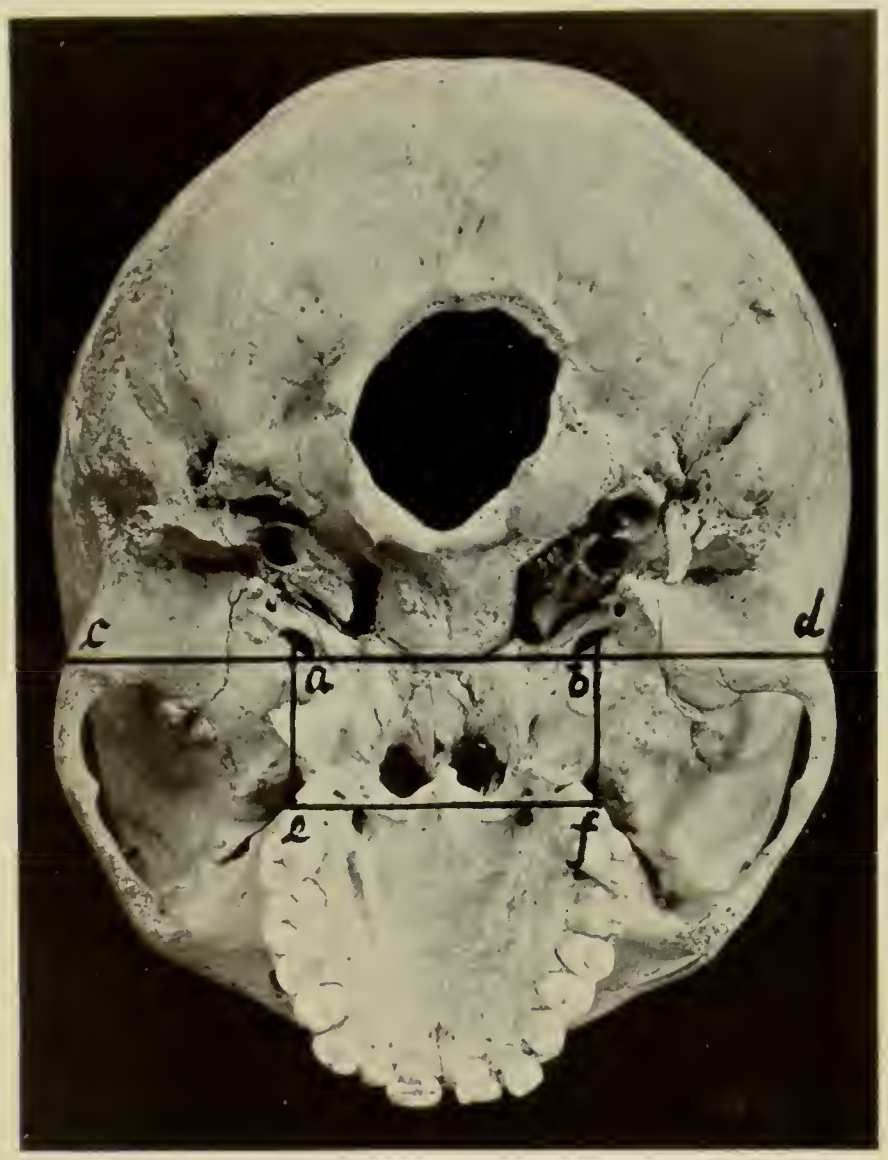


Fig. 62.
Schädelmessung nach Offerhaus zur Bestimmung der Entfernung des Foramen ovale vom Tuberculum articulare.

nadel aus, so daß das unbequeme Einführen der Spritze in die Mundhöhle vermieden wird. Auf keinen Fall darf man Hohlnadeln verwenden, die so kurz sind, daß sie bei der Injektion ganz oder fast ganz verschwinden. Denn eine an dieser Stelle kurz abgebrochene Nadel ist sehr schwierig zu entfernen. Die Leitungsunterbrechung der beiden Nerven tritt in der Regel nach wenigen Minuten ein. Man erkennt und

prüft sie an der Gefühllosigkeit der Unterlippe, der Zunge, des Mundbodens.

Schlösser führt die Alkoholinjektion an den N. alveolaris inf. in der Weise aus, daß er eine gebogene Hohlnadel von außen dicht unter dem tastbaren Ende des Warzenfortsatzes einsticht, um den Gelenkfortsatz des Unterkiefers herumführt und auf diese Weise zur Lingula gelangt. Über die Verwendbarkeit dieses Verfahrens zur Anästhesierung besitze ich keine Erfahrungen, möchte nur glauben, daß der N. lingualis, dessen gleichzeitige Unterbrechung bei Operationen fast stets notwendig ist, von hinten nicht sicher zu treffen ist.

Gelegentlich ist die Unterbrechung des Endastes des N. alveolaris inferior, des N. mentalis, erforderlich. Sie geschieht durch Injektion von 1 oder 2%iger Novokain-Suprareninlösung an das Foramen mentale, welches in der Regel unterhalb des Zwischenraums zwischen erstem und zweitem Prämolarzahn gelegen ist.

Fig. 63. Zirkel nach Offerhaus

Der kürzeste und zuverlässigste Weg zum Foramen ovale ist derjenige von außen, vom unteren Rande des Jochbogens her, und wenn man nach den Angaben von Offerhaus verfährt, so gelingt es mit nahezu absoluter Sicherheit, die anästhesierende Lösung nicht nur in die Umgebung des Foramen ovale, sondern meist unmittelbar in den Stamm des N. mandibularis an seiner Austrittsstelle aus dem Schädel zu injizieren.

Offerhaus fand durch Messungen an 50 Schädeln, daß eine die beiden vor den Kiefergelenken gelegenen Tubercula articularia verbindende Querlinie (Linea intertubercularis, Fig. 62, c, d) zwei Punkte (a und b) schneidet, welche wenige Millimeter unter und in der Regel auch einige Millimeter vor den beiden Foramina ovalia gelegen sind. Da der N. mandibularis nach seinem Austritt aus dem Schädel einen nach vorn und unten gerichteten Verlauf nimmt, so schneidet die Linea intertubercularis den Nervenstamm dicht am Foramen ovale.

Offerhaus fand ferner, daß die Distanz der Processus alveolares maxillae, gemessen an der Außenseite hinter den letzten Molarzähnen (Fig. 62, e, f) mit einem Spielraum von wenigen Millimetern gleich ist der Distanz der beiden Foramina ovalia. Subtrahiert man also diesen Abstand der Alveolarfortsätze von der Länge der Linea intertubercularis und dividiert die gefundene Größe durch 2, so erhält man bis auf

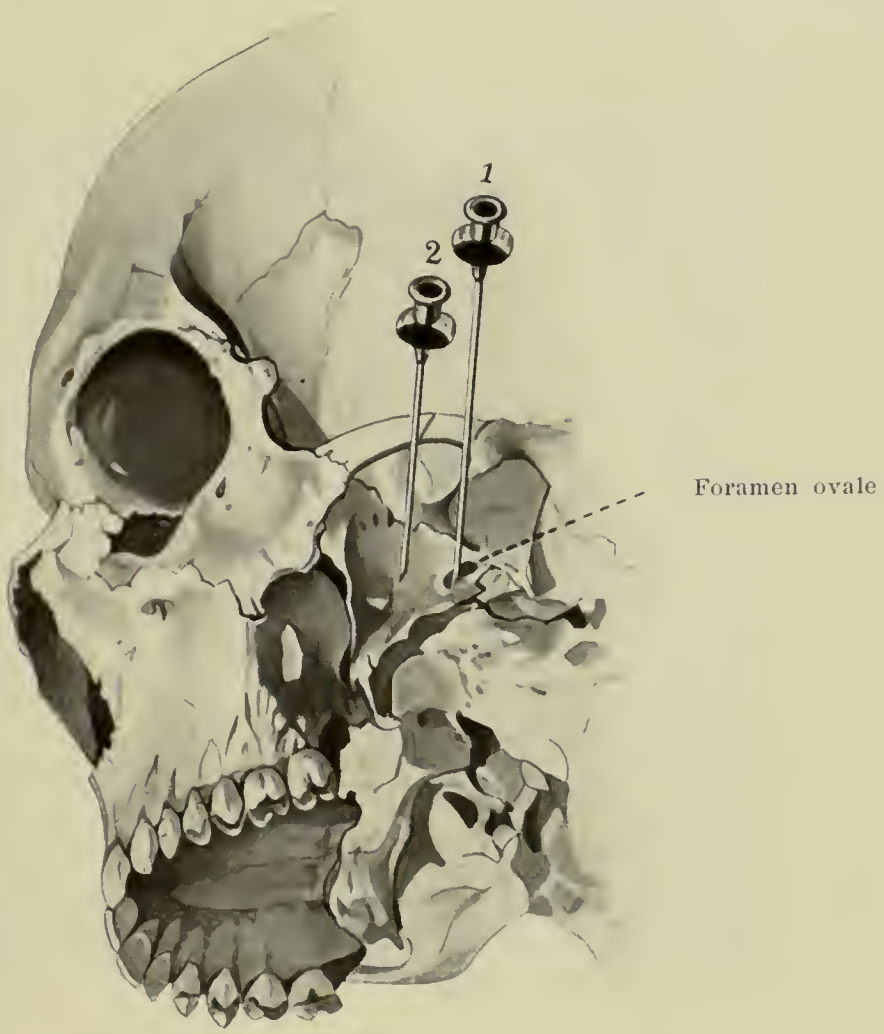


Fig. 64.
Führung der Hohlnadel zur Injektion an das Foramen ovale.
1 nach Offerhaus. 2 nach Braun.

wenige Millimeter genau die Entfernung der Punkte a und b vom Tuberculum articulare der gleichen Seite. Nach den Messungen von Offerhaus beträgt sie 3,6 cm im Minimum, 4,7 cm im Maximum, meist 3,7—4,3 cm. Um die Richtung und Länge der Linea intertubercularis am Lebenden zu finden, hat Offerhaus den in Fig. 63 abgebildeten Zirkel konstruiert. Setzt man seine Spitzen auf die Gegend der beiden Tubercula articularia auf, so zeigen die beiden an den Zirkelspitzen

angebrachten Ansätze die Richtung der Linea intertubercularis an, während man an der Skala des Zirkels die Distanz der beiden Tuberkula voneinander ablesen kann.

Die Ausführung der Injektion gestaltet sich demnach folgendermaßen. Man markiert an der Seite des Kranken, wo die Injektion stattfinden soll, den Einstichpunkt am Tub. articulare durch eine Quaddel, den entsprechenden Punkt der anderen Seite aber mit dem Blaustift. Man mißt mit einem gewöhnlichen Zirkel den Abstand der Außenseiten des Processus alveolaris maxillae hinter den letzten Molarzähnen und mit Hilfe des Offerhausschen Zirkels die Länge der Linea intertubercularis. Findet sich für diese Distanzen z. B. die Größe von 5 und 14 cm, so liegt der Punkt a bzw. b $\frac{14-5}{2} = 4{,}5$ cm vom Einstichpunkt entfernt. Durch einen auf die Hohlnadel aufgesteckten kleinen Kork markiert man an ihr eine um 1 cm größere Länge, um etwas Spielraum zu haben. Tiefer darf die Hohlnadel nicht eingeführt werden. Nun wird der Offerhaussche Zirkel wieder aufgesetzt und die Hohlnadel in der durch die Zirkelansätze gegebenen Richtung bis zur berechneten Tiefe eingestochen. Fig. 64, 1 zeigt die Lage der Hohlnadel. Fast genau an dem berechneten Punkt erscheinen die charakteristischen, in den Unterkiefer ausstrahlenden Parästhesien. In der Regel fühlt man mit der Nadelspitze den Widerstand des dicken Nervenstamms und kann die Nadel in ihn hineinstechen. Man injiziert 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung; steckt die Nadel im Nervenstamm selbst, so genügen schon wenige Tropfen. Die Unterbrechung erfolgt häufig augenblicklich, länger als 5—10 Minuten brauchte ich nie zu warten.

Etwas einfacher hatte ich (XV, 4) die Injektion ans Foramen ovale beschrieben. Man markiert den Einstichpunkt unter der Mitte des Jochbogens (Fig. 64, 2) und sticht hier eine Hohlnadel in genau querer Richtung ein. Diese Richtung ist leicht zu finden, wenn ein Schädel, an der die Lage der Hohlnadel durch eine Sonde angezeigt ist, neben den Kopf des Kranken gehalten wird. In einer Tiefe von 4—5 cm stößt die Spitze der Hohlnadel auf Knochen. Dies ist der Proc. pterygoideus (s. Fig. 64). Die Nadelspitze befindet sich etwa 1 cm vor dem Foramen ovale. Man merkt sich die gefundene Tiefe durch Verschieben des auf der Hohlnadel steckenden Korkes, zieht die Hohlnadel bis ins Unterhautzellgewebe zurück, sticht sie in einem kleinen Winkel nach hinten bis zur gleichen Tiefe oder wenige Millimeter mehr von neuem ein und wird nun die charakteristischen Parästhesien erhalten.

Die Berechnung der Tiefe, in der man das Foramen ovale zu er-

warten hat, ist ohne Zweifel eine große Erleichterung. Ich kombiniere gewöhnlich die beiden Nadelführungen so, daß ich etwas weiter nach vorn, wie Offerhaus, einsteche, die Basis des Proc. pterygoideus aufsuche, dann die Nadel, wie beschrieben, etwas nach hinten gerichtet einsteche, wobei dann zu der berechneten Länge der Hohlnadel ½—1 cm zugegeben werden muß.

Hämatome oder andere unerwünschte Nebenwirkungen habe ich bei der Injektion an das Foramen ovale von außen nie gesehen.

Fig. 65. Punktion des Ganglion Gasseri. Lage der Hohlnadel am Schädel.

Die von Ostwalt und Schlösser angegebenen Methoden zur Erreichung des Foramen ovale bei Alkoholinjektionen können sich an Zuverlässigkeit und Gefahrlosigkeit mit dem Weg von außen, vom Jochbogen her, nicht messen.

Ostwalt führt eine winklig abgeknickte lange Hohlnadel bei weit geöffnetem Munde hinter dem dritten oberen Molarzahn durch den M. pterygeoideus externus ein und will sie, indem er mit der Lamina externa des Proc. pterygoideus Fühlung behält, an das Foramen ovale bringen. Schlösser umfaßt zu gleichem Zweck mit dem Finger einer Hand im Munde des Kranken den Oberkiefer und fühlt mit der Fingerspitze das untere Ende des großen Keilbeinflügels; mit einer

langen geraden Nadel durchbohrt er sodann die Wange, kommt etwas unterhalb des im Munde liegenden Fingers in die Mundhöhle, geht durch die Mundschleimhaut unter dem Finger an dem großen Keilbeinflügel in die Höhe, bis er den Widerstand der Schädelbasis fühlt. Die Nadelspitze muß sich dann einige Millimeter vor dem Foramen ovale befinden.

Dagegen kann die von Härtel sehr exakt beschriebene Nadelführung zur Punktion des Ganglion Gasseri, welche sich im übrigen

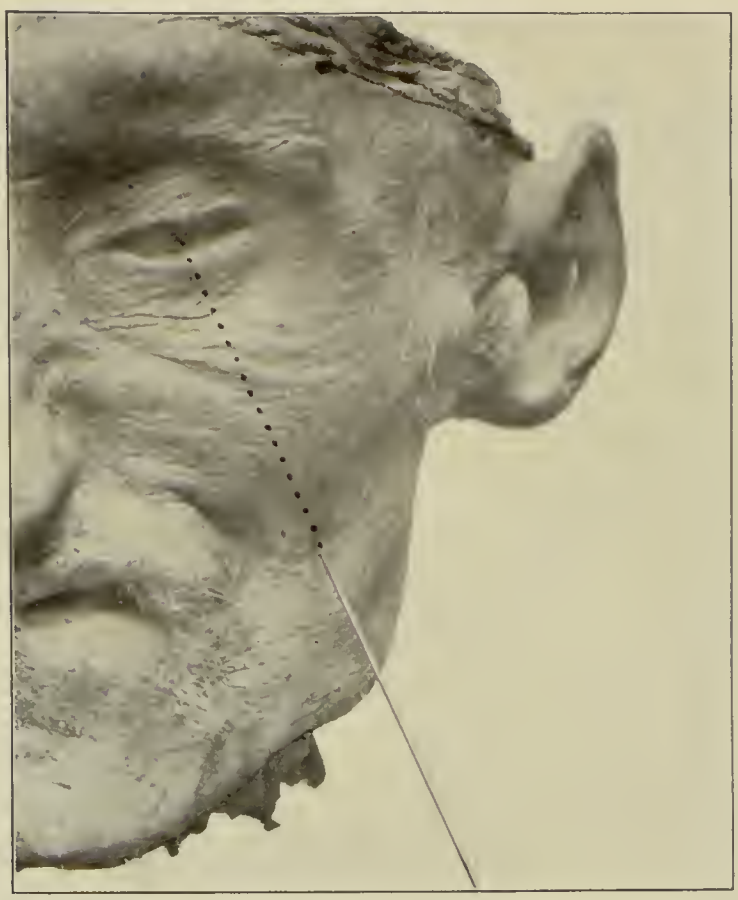


Fig. 66. Punktion des Ganglion Gasseri. Ansicht von vorn.

an den von Schlösser angegebenen Weg anlehnt, auch zur Unterbrechung des Trigeminus III allein mit großer Zuverlässigkeit Anwendung finden.

Die Punktion des Ganglion Gasseri.

Wiederholt, fast regelmäßig bei Alkoholinjektionen, zuweilen bei anästhesierenden Injektionen in den Stamm des N. mandibularis am Foramen ovale habe ich die Beobachtung gemacht, daß die sensible Lähmung sich nicht auf den Trigeminus II beschränkt, sondern auf dessen ersten und zweiten Ast übergreift. Diese Beobachtung ist nur durch Ausbreitung der injizierten Flüssigkeit im Nervenstamm bis in

das Ganglion Gasseri zu erklären. Härtel*) hat nun die schon von Schlösser, Ostwalt, Harris und Offerhaus begonnenen Versuche, prinzipiell die Hohlnadel durch das Foramen ovale in das Ganglion Gasseri einzuführen, fortgesetzt. Hierzu ist es nötig, der Hohlnadel eine dem Verlauf des N. mandibularis möglichst parallele Richtung zu geben, wie sie z. B. Ostwalt und Schlösser vorschreiben. Härtel vermeidet aber wegen der Infektionsmöglichkeit den Weg durch den Mund und gibt folgende Vorschrift.

Fig. 67. Punktion des Ganglion Gasseri. Ansicht von der Seite.

Fig. 65 zeigt zunächst die Lage der Hohlnadel am Schädel, die eine Länge von 9—10 cm haben muß (Nr. 6, S. 200). Etwa 3 cm lateral vom Mundwinkel macht man durch Quaddeln eine talergroße Hautstelle unempfindlich, um nötigenfalls den Einstichpunkt wechseln zu können. Man führt nun die Hohlnadel unter Leitung eines in den Mund des Kranken eingeführten Fingers zunächst unter der Mundschleimhaut, dann zwischen aufsteigendem Unterkieferast und Tuber maxillae in die Höhe, bis ihre Spitze das glatte und harte Planum infra-

*) Herr Dr. Härtel hat mir mit großer Liebenswürdigkeit die Abbildungen Fig. 65—67 zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse seiner ausführlichen Arbeit über die Punktion der Trigeminusstämme und des Ganglion Gasseri (XIX, 7) habe ich leider nicht mehr bei der Abfassung meiner Arbeit verwerten können.

temporale erreicht und sich also unmittelbar vor dem Foramen ovale befindet. Nun geht man mit der Nadelspitze tastend nach hinten und berücksichtigt folgende, durch die gegenseitige Lage des Ganglion Gasseri, der Längsachse der Orbita und der Verbindungslinie der Tubercula articularia des Jochbeins zueinander bedingten und von Härtel sehr fein beobachteten Anhaltspunkte.

Man betrachtet den Kranken genau von vorn: dann soll die Nadel in einer die Pupille seines gleichseitigen Auges schneidenden Ebene liegen (Fig. 66). Man betrachtet den Kranken genau von der Seite: dann

Fig. 68. Die Nadel steckt im Ganglion (Alkoholinjektion).

soll die Hohlnadel in einer Ebene liegen, welche das Tuberculum articulare schneidet (Fig. 67).

Unerläßlich ist es also, daß man zunächst das Planum infratemporale fühlt, damit man sich nicht etwa nach hinten, hinter das Foramen ovale verirrt. Ich führe deshalb die Hohlnadel zunächst lediglich unter Berücksichtigung der in Fig. 65 bezeichneten, die Pupille schneidenden Ebene, aber steil nach oben ein, etwa so, daß bei Ansicht von der Seite die Nadelebene nicht das Tuberculum articulare, sondern die Mitte des Jochbogens trifft. Dann wird der Nadelgriff allmählich gehoben, stets innerhalb der durch die Pupille bestimmten Ebene, bis die Nadelspitze nach hinten vom Planum infratemporale in sehr charakteristischer Weise abgleitet. Diese Manipulationen sind so-

fort einleuchtend, wenn man sie einmal an der Leiche mit einem nebengehaltenen Schädel ausführt.

Fig. 68 zeigt einen Kranken, bei dem die Nadel im Ganglion steckt. Die Erreichung des N. mandibularis erkennt man an den in den Unterkiefer ausstrahlenden Parästhesien. Die Länge des Weges vom Einstichpunkt zum Foramen ovale beträgt 5—7 cm. Nunmehr schiebt man die Nadel in der durch ihre Richtung von selbst gegebenen Achse noch 1—1½ cm weiter vor, bis der Kranke auch im Oberkiefer Parästhesien angibt. Für den Geübten ist aber die Erreichung des Foramen ovale ganz objektiv und unabhängig von etwaigen Angaben des Kranken sehr leicht daran zu erkennen, daß die Hohlnadel plötzlich nach hinten vom Planum infratemporale in die Tiefe gleitet. Man kann daher die Punktion des Ganglion Gasseri in Narkose ausführen, was bei der Behandlung schwerer Trigeminusneuralgien von größter Bedeutung ist. Sobald die Hohlnadel richtig liegt, injiziert man ½—1 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Unterbrechung tritt in allen drei Trigeminusstämmen sofort ein und dauert eine bis drei Stunden.

Die Injektion ist häufig von Erbrechen und Schwindelanfällen begleitet, namentlich wenn man mehr als die angegebene Menge der Lösung injiziert. Ihre Technik ist keineswegs schwierig, wenn man sich nur einmal mit ihr vertraut gemacht hat und wenn sich nicht abnorme Konfigurationen der Schädelbasis vorfinden. Ob die Methode der intrakraniellen Injektion ganz ungefährlich ist, bleibt abzuwarten. Sie ist geeignet, die durch Schlösser eingeleitete Umwälzung in der Behandlung der Trigeminusneuralgien zu einer vollständigen zu machen, worauf jedoch hier nicht näher eingegangen werden kann.

4. Operationen in der Orbita. Augenoperationen.

Die Ophthalmologie war diejenige Disziplin, in der die Kokainanästhesie zuerst praktische Anwendung fand (s. 7. Kap.). Die Inhalationsanästhesie bei Augenoperationen besitzt gewisse Übelstände, die einen Ersatz durch die Lokalanästhesie besonders wünschenswert erscheinen lassen. Die Narkose muß stets sehr tief sein, viel tiefer, als bei Operationen an anderen Körperteilen, denn die Sensibilität des Auges erlischt bekanntlich in der Narkose zuletzt. Mit der Tiefe der Narkose vermehren sich aber auch deren Gefahren. Ferner kann jede Unterbrechung der Narkose, durch Atemstillstand, durch Eintreten von Erbrechen insofern gefährlich sein, als gewisse Augenoperationen eine Unterbrechung nicht zulassen, ohne daß ihr Resultat in Frage gestellt

wird. Endlich ist bei manchen Operationen die Mitwirkung des Kranken durch aktive Augenbewegungen nicht unerwünscht. So kommt es, daß in der Ophthalmologie längst die Lokalanästhesie das bei weitem wichtigere Anästhesierungsverfahren geworden ist. Die überwiegende Mehrzahl aller Augenoperationen wird unter Lokalanästhesie ausgeführt.

Die Augenärzte brauchen die örtlichen Anästhetika teils in Form von Einträufelungen, teils in Form subkonjunktivaler und subkutaner Injektionen. Der Bindehautsack ist ein ausgezeichnet geeignetes Objekt für die Oberflächenapplikation dieser Mittel. Denn er bildet, wenn das Auge geschlossen gehalten wird, einen geschlossenen Spaltraum, der das instillierte Anästhetikum eine Zeitlang zurückhält und rings umgeben ist von in hohem Grade diffusiblen Geweben. Das Anästhetikum kann daher leichter und in größerer Menge in Kornea und Bindehaut eindringen, als etwa in die Schleimhaut der Nase und des Kehlkopfes, wo immer nur ein kurzer Kontakt mit dem Mittel zu ermöglichen ist. Aus demselben Grunde bleibt die Anästhesie am Auge keineswegs auf die Oberfläche beschränkt, sondern dringt durch die Kornea und den flüssigen Inhalt der vorderen Kammer leicht mehr oder weniger weit in den Bulbus vor. Man bedarf daher hier auch bei der Oberflächenapplikation verhältnismäßig niedrig konzentrierter Lösungen der anästhesierenden Mittel. Ersatzmittel des Kokains wurden und werden mit Vorliebe zuerst am Auge geprüft, als einem besonders empfindlichen Objekt, das nicht nur die anästhesierende Potenz des neuen Mittels sehr bald erkennen läßt, sondern auch den untrüglichen Nachweis für demselben anhaftende Reizwirkung liefert.

In der Augenheilkunde hat das Kokain bis jetzt nicht durch andere Mittel aus seiner dominierenden Stellung verdrängt werden können. Die neueren Ersatzmittel zeigen bei der Einträufelung in den Bindehautsack fast alle Reizwirkungen. Nur Eukain-B, Tropakokain und Holokain, letzteres seiner großen Toxizität halber nur für die Oberflächenanästhesierung geeignet, haben zahlreichere Liebhaber und Fürsprecher unter den Ophthalmologen gefunden. Besonders Tropakokain (3—5%ige Lösung) und Holokain (1%ige Lösung) werden geschätzt als Mittel, welche nicht reizen, schnell und tief anästhesieren und, im Gegensatz zum Kokain, Pupille, Akkommodation und Augendruck nicht verändern. Neuerdings haben auch Novokain und Alypin Liebhaber gefunden. Demgegenüber weist Reichmuth darauf hin, daß Kokain für den Ophthalmologen das beste Anästhetikum sei, weil es das Auge am wenigsten schädige. Die Mehrzahl der Augenärzte ist dem Kokain treu geblieben. Da Kokainvergiftungen bei Einträufelung mäßig konzen-

trierter Kokainlösung auch nicht zu befürchten sind, so ist gegen die Beibehaltung des Mittels nichts einzuwenden. Für alle Injektionen dagegen ist Novokain vorzuziehen.

Die Augenärzte sind auch die ersten gewesen (s. 8. Kapitel), welche den Einfluß des Suprarenins auf die Kokainwirkung beobachteten und anwendeten.

Anästhesierung des Auges durch Einträufelungen.

Zur Einträufelung in den Bindehautsack werden 2—5%ige Kokainlösungen verwendet, deren Wirksamkeit durch Suprareninzusatz erheblich gesteigert wird. Für oberflächliche Eingriffe an der Bindehaut und Kornea reicht zuweilen schon eine einmalige Instillation der Lösung aus. Die alsdann zu beobachtenden Erscheinungen sind folgende. Die Lidspalte erweitert sich, daher scheint der Bulbus hervorzutreten, die Pupille erweitert sich, die Akkommodation wird, je nach der Dosis, mehr oder weniger beeinträchtigt, Bindehaut und Kornea werden vollständig unempfindlich, sowohl gegen Berührung, als gegen die Einwirkung von Hitze und Kälte, der Blutgehalt der Konjunktiva wird vermindert. Die Unempfindlichkeit tritt bei normalen Augen, je nach der Stärke der angewendeten Lösung und der öfteren Wiederholung der Einträufelung, verschieden rasch auf und dauert verschieden lange. Nach Einträufelung einer 2%igen Kokainlösung ist die Unempfindlichkeit ungefähr in zwei Minuten erreicht und hält sieben bis zehn Minuten an. Dann verliert sie sich allmählich. In der älteren Literatur ist sehr viel von der örtlich schädigenden Wirkung des Kokains auf das Auge zu lesen. An Reizzuständen der Konjunktiva sind indessen wohl Verunreinigungen des Präparates durch Säuren und die Anwendung stark wirkender Antiseptika, besonders des Sublimats schuld gewesen, während die Hornhautaffektionen zum größten Teil dem Außerachtlassen gewisser Vorsichtsmaßregeln bei der Kokainisierung ihren Ursprung verdanken. Durch Erweiterung der Lidspalte und das Fehlen des Lidschlages am kokainisierten, unempfindlichen Auge entsteht eine Vertrocknung der Kornea. Sie erreicht verschieden hohen Grad, je nach der Dauer der schädlichen Einwirkung und führt zu Trübung des Epithels, zur Abstoßung umschriebener Stellen oder über größere Strecken und, kommt Infektion hinzu, auch zur Geschwürsbildung. Sicher ist, daß ein Teil auch der Hornhautschädigungen auf unmäßige Anwendung antiseptischer Mittel zurückzuführen ist. Die genannten Folgen der Vertrocknung der Hornhaut während der Operation lassen sich stets vermeiden, wenn man durch Verschließen

des Auges und feuchte Kompressen dafür sorgt, daß eine Vertrocknung der Hornhaut des kokainisierten Auges nicht eintreten kann (Czermak). Die mydriatische Wirkung des Kokains kann durch gleichzeitige Einträufelung eines Miotikums aufgehoben werden.

Nach einer einmaligen Kokainisierung bleibt die Anästhesie auf die Oberfläche beschränkt, träufelt man 5%ige Kokainlösung eine halbe Stunde lang alle drei Minuten ein, so wird auch die Iris in der Regel gefühllos.

Die Augenoperationen, welche nach Instillation von Kokain in den Bindehautsack ausführbar sind, sind oberflächliche Operationen an der Konjunktiva, Entfernung von Fremdkörpern aus Bindehaut und Kornea, die Kauterisation von Hornhautgeschwüren, plastische Operationen an der Hornhaut, Staroperationen, Operationen an Linse und Iris.

Subkonjunktivale Injektionen.

Subkonjunktivale Injektionen von Kokainlösung machen die Augenärzte, nachdem der Bindehautsack in der gewöhnlichen Weise anästhesiert worden ist, zur Anästhesierung der Iris bei Glaukom, wo die Einträufelung allein nicht immer zum Ziele führt, und bei Schieloperationen. Meistens werden noch verhältnismäßig konzentrierte Lösungen (3—5%) gebraucht. Sie sind nicht frei von Nebenwirkungen, schwere Vergiftungen sind aber in der Ophthalmologie sehr selten beobachtet worden. Schwarz empfiehlt 2%ige Kokainlösung mit Zusatz von 1:5000 bis 1:10000 Suprarenin. Zur Anästhesierung der ganzen Iris (z. B. zur Durchtrennung mehrfacher vorderer Synechien), muß die Lösung in lückenlosem, die Hornhaut einschließendem Ring unter die Conjunctiva bulbi injiziert werden, worauf nach etwa fünf Minuten die Wirkung sich äußert. Haab empfiehlt zu gleichem Zweck, aus alkoholischer Lösung auskristallisierte, sterile Kokainkristalle in die vordere Kammer und damit direkt auf die Iris zu bringen. Andere instillieren anästhesierende Lösungen in die vordere Kammer. Zur Ausführung einer Schieloperation wird die anästhesierende Lösung an der Stelle der abzulösenden oder vorzulagernden Sehne unter die Bindehaut injiziert, die Lösung durch leichtes Massieren mit dem Lid etwas verteilt, und fünf Minuten abgewartet.

Die Innervation der Orbita.

Orbita und Augapfel werden innerviert vom N. ophthalmicus, dessen Verlauf in der Orbita bereits besprochen wurde (S. 241, Fig. 49). Außerdem zieht vom N. maxillaris der N. zygomaticus durch die Augenhöhle, dessen Endäste die Haut der Schläfengegend, der Jochbeingegend und der Umgebung des äußeren Augenwinkels innervieren.

Die Exenteratio orbitae.

Die rücksichtslose Injektion von 10 ccm 1%iger Novokain-Suprareninlösung mit langen geraden Hohlnadeln in den hintersten Teil der Orbita und hinter den Bulbus in dessen Muskeltrichter auf dem Wege der medialen und lateralen Orbitalinjektion (S. 242), führt in Verbindung mit der orbitalen Injektion an das Foramen rotundum (S. 246) zu einer völligen Anästhesie der Augenhöhle und ihres Inhalts, sowie der Augenlider. Ich habe die Operation wiederholt im Anschluß an die Oberkieferresektion ausgeführt. Das in dieser Weise injizierte Anästhetikum unterbricht auch den N. opticus. Anästhesie von der gleichen Ausdehnung ist durch die Injektion ins Ganglion Gasseri nach Härtel zu erzielen.

Die Enucleatio und Exenteratio bulbi.

Schleich teilt mit, daß er mittels Injektion seiner Kokainlösungen die Enukleation ausgeführt habe, gibt aber keine genaueren Vorschriften. Später hat Weiß das Schleichsche Verfahren an 5 Fällen versucht. Er bediente sich dreimal der Schleichschen Lösung III mit 0,01%igem Kokain und zweimal einer 0,2%igen Kokainlösung. Nach Kokainisierung der Bindehaut mit 2%iger Kokainlösung machte er die Konjunktiva durch Injektion der Schleichschen Lösung stark chemotisch und führte die Hohlnadel unter fortwährendem Druck auf den Spritzenstempel in der Richtung der Orbitalachse auf der nasalen und temporalen Seite des Bulbus langsam vor, um eine Infiltration der tieferen Teile der Orbita zu erreichen. Die Operation war jedoch nicht ganz schmerzlos ausführbar, besonders nicht in den Fällen, wo eine länger andauernde entzündliche Periode vorhergegangen war. Das gleiche ergibt sich aus der Arbeit Meyers. Für die sichere Unterbrechung der Ziliarnerven sind die Schleichschen Lösungen gewiß ebensowenig geeignet, wie für die Unterbrechung der Nervenleitung an anderen Körperteilen. Eine weitere Mitteilung über die Enukleation ist bei Hackenbruch zu finden. Er injizierte nach Kokainisierung der Bindehaut und Kornea seine Kokain und Eukain zu je ½% enthaltende Lösung zirkulär hinter den Bulbus, worauf die Enukleation des zuvor äußerst schmerzhaften, glaukomatös erkrankten Auges schmerzlos vonstatten ging. Haab braucht dieselbe Kokain-Eukainlösung, beschränkt aber die Lokalanästhesie auf nicht entzündliche Fälle und bezeichnet die Operation dann als nahezu schmerzlos. Er injiziert die Lösung zunächst an den vier Ansätzen der geraden Augenmuskeln und dann nach Abtrennen der Sehnen in großer Menge mittels einer gebogenen Kanüle an den hinteren Pol des Auges. Hiernach muß fünf Minuten gewartet werden, bis Unempfindlichkeit eintritt. Wenn der Tenonsche Raum intakt erhalten ist, so würde bei Anfüllung desselben mit einer anästhesierenden Lösung Unempfindlichkeit des ganzen Bulbus eintreten. Bei erkrankten Augen bestehen aber häufig Verwachsungen zwischen Bulbus und Faszie, welche dieses Resultat vereiteln müssen.

In den letzten Jahren haben sich die Ophthalmologen mit der Anästhesierung des Bulbus zur Ausführung der Enucleatio und Exenteratio

bulbi mehrfach und, offenbar infolge der Anwendung von Suprarenin, mit durchgreifenderem Erfolge als früher beschäftigt. Sie führen die Hohlnadel nach vorheriger Kokainisierung des Bindehautsackes durch die Bindehaut in die Orbita ein.

Löwenstein sticht eine gerade Nadel an der lateralen Lidkommissur etwas unterhalb der Mitte ein, führt sie zunächst zwischen Bulbus und Bindehaut weiter, wendet sie dann mehr medialwärts, so daß ihre Spitze sich in einer Tiefe von 4½ cm in der Nähe des N. opticus und des Ganglion ciliare befindet. Hier injiziert er 1 ccm 1%iger Kokainlösung mit Suprareninzusatz. ½ ccm der gleichen Lösung wird ferner rings um den Bulbus subkonjunktival injiziert. In 26 Fällen wurde 24 mal völlige Anästhesie des Bulbus erzielt.

Mende teilt die Erfahrungen Siegrists mit unter Hinweis auf dessen frühere Arbeit. Er empfiehlt eine leicht gebogene Hohlnadel von einem temporal und nasal gelegenen Einstichpunkt hinter den Bulbus in die Nähe der Eintrittsstelle des Sehnerven und der Ziliarnerven zu führen und je 2 ccm 1 oder 2%ige Novokainlösung mit Suprareninzusatz zu injizieren. 1 ccm der gleichen Lösung wird subkonjunktival in die Nähe der geraden Muskelansätze injiziert. Von 1906—1910 wurden 155 Exenterationen und Enukleationen in Lokalanästhesie und 61 in Narkose ausgeführt. Vor der Operation erhielten die Kranken Sedativa und Narkotika. In den 155 Fällen war die Anästhesie achtmal ungenügend infolge von Fehlern der Technik und der Indikationsstellung. Kontraindikationen sind ein ungeeigneter psychischer Zustand des Kranken, bei Verletzungen ein stark zerschlagener Bulbus, eiterige Konjunktivitis und perforierte Panophthalmie. Reizzustände des Auges haben auf den Erfolg keinen Einfluß.

Seidel, der mit dem Siegristschen Verfahren nicht immer zufrieden war, injiziert 1—2 ccm 1%ige Novokainlösung mit Suprareninzusatz subkonjunktival rings um den Bulbus. Dann führt er von vier Einstichpunkten eine gerade Hohlnadel durch die Bindehaut hinter den Bulbus etwa auf den Halbierungspunkt einer Linie zwischen Foramen opticum und die Eintrittsstelle des Sehnerven. Während des Vorschiebens der Nadel werden je 1 ccm, retrobulbär ebenfalls je 1 ccm der gleichen Lösung injiziert. Die Operation beginnt 20 Minuten nach der Injektion.

Ich besitze keine eigenen Erfahrungen über diese Operationen, möchte aber darauf hinweisen, daß man mittels der oben für die Exenteratio orbitae beschriebenen Injektionen vom Orbitalrande her bequemer mit geraden Nadeln hinter den Bulbus gelangen kann, als von der Konjunktiva her.

Die Krönleinsche Operation.

Die temporäre Resektion der äußeren Orbitalwand spielt sich ganz im Innervationsgebiet des ersten und zweiten Trigeminusastes ab, ihre Unterbrechung würde daher die Operation möglich machen. Der erste, der die Krönleinsche Operation zur Entfernung eines Tumors, der den hinteren und medialen Teil der Orbita einnahm und in die Nasenhöhle gewuchert war, in Lokalanästhesie ausführte, war Härtel. Er bediente sich dabei der Injektion ins Ganglion Gasseri.

Operationen an den Augenlidern und am Tränensack.

Bei Operationen, die sich auf die Augenlider beschränken, sind zentrale Injektionen in die Orbita oder an den zweiten Trigeminusast nicht notwendig. Um das obere Augenlid unempfindlich zu machen, markiert man einen Einstichpunkt in der Mitte des oberen Orbitalrandes und injiziert von ihm aus 3—5 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung dicht am Knochen entlang dem Orbitalrande (Fig. 69). Die Anästhesie betrifft auch die Bindehaut. In ähnlicher Weise kann man mit dem unteren Augenlid verfahren. Für letzteres ist auch die Injektion in das Foramen infraorbitale geeignet (S. 244), wodurch zugleich die ganze Wange unempfindlich wird. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß das mediale Ende des Unterlids vom N. infratrochlearis versorgt wird. Man trifft letzteren, wenn man 2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung von einem über und medial vom inneren Augenwinkel gelegenen Einstichpunkt an die mediale Orbitalwand injiziert. Hierdurch wird zugleich der vom N. infratemporalis innervierte Tränensack unempfindlich.

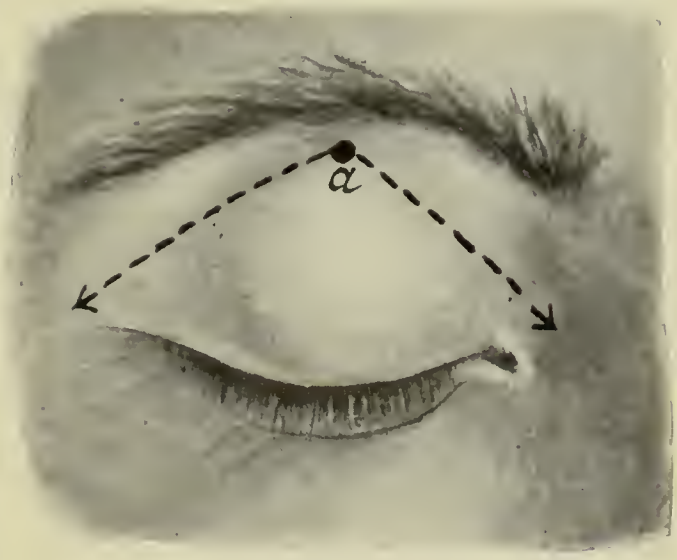


Fig. 69.
Anästhesierung des oberen Augenlids.

5. Operationen an den Gesichtsweichteilen.

Die Verbreitung der Innervationsgebiete der drei Trigeminusäste im Gesicht und ihr Übergreifen ineinander, das übrigens sehr wechselnd ist, ergibt sich aus Fig. 70. Die Unterbrechung des Trigeminus III am

Foramen ovale führt wegen des Übergreifens der Zervikalnerven nur in einem kleinen Bezirk der Unterlippe von wechselnder Größe zu vollständiger Anästhesie. Die Unterbrechung des Trigeminus II macht im Gesicht einen Bezirk anästhetisch, der nicht größer ist wie bei Injektion ins Foramen infraorbitale (S. 244). An Innervation der Nasenhaut beteiligt sich in größerer oder geringerer Ausdehnung, meist nur an der Nasenspitze und den Nasenflügeln der erste Ast durch Ver-

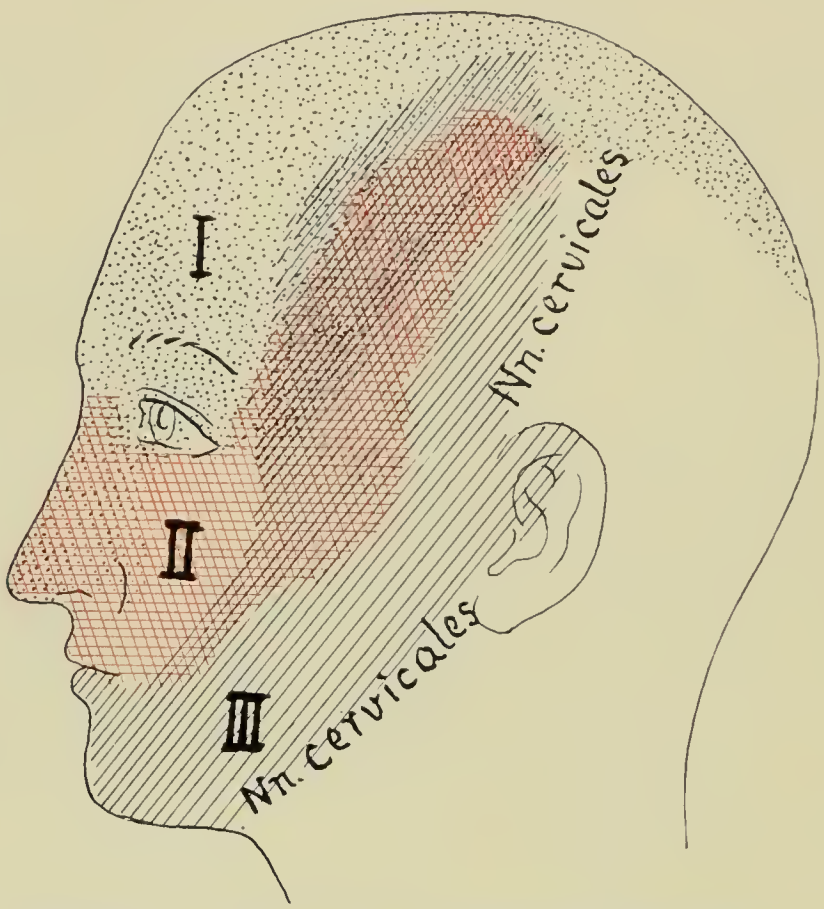


Fig. 70. Innervation der Gesichts- und Kopfhaut.
(Nach Corning.)
Schwarz punktiert: R. I N. trigemini.
Rot schraffiert: R. II N. trigemini.
Schwarz schraffiert: R. III N. trigemini.

mittelung des Endastes des N. ethmoidalis (s. Fig. 31, S. 223). Die zentrale Unterbrechung einzelner Trigeminusäste gewinnt daher ihre wesentliche Bedeutung durch die mit ihr zu erzielende Anästhesie der betreffenden Höhlen des Gesichtsschädels, während die Weichteile des Gesichts wegen des Übergreifens benachbarter und der gegenseitigen Nervenbezirke meist noch umspritzt werden müssen. Die typischen Formen solcher Umspritzungen werden wir namentlich bei den Kieferoperationen kennen lernen. Die durch sie erzielte Anämie des Ope-

rationsfeldes ist von großer Bedeutung. Nur die Unterbrechung aller drei Trigeminusäste durch Ganglioninjektion macht einen sehr ausgedehnten Bezirk des Gesichts unempfindlich. Gegen die Mittellinie hin muß man aber doch mit Umspritzungen nachhelfen, falls nicht beiderseits das Ganglion Gasseri unterbrochen wird. Härtel hat dies in einem Falle ausgeführt.

Bei oberflächlichen Operationen an den Weichteilen des Gesichts braucht man die zentralen Injektionen an die Schädelbasis in der Regel nicht, man kommt vielmehr mit Umspritzungen allein aus.

Die Anästhesierung der äußeren Nase, der Oberlippe und Wangengegend.

Fig. 71. Umspritzung der äußeren Nase bei Rhinophyma.

Als Beispiel einer Nasenoperation wählen wir die Abtragung eines Rhinophyma (Fig. 71). Man braucht in der Regel drei Einstichpunkte, von denen zwei rechts und links neben dem Nasenflügel, der dritte — bei manchen Nasenformen entbehrliche — mitten auf dem Nasenrücken, an der Grenze zwischen knöcherner und knorpeliger Nase gelegen sind. Man injiziert von den zwei erstgenannten Punkten reichlich ½ %ige Novokain-Suprareninlösung subkutan entlang dem Rande der Apertura pyriformis bis zur Mitte des Nasenrückens, nötigenfalls von dem dritten Einstichpunkt nachhelfend, und unter den Ansatz der Nasenflügel und des Frenulums bis in die Oberlippe. Man braucht 20—25 ccm der Lösung. Jetzt werden die Nasenspitze, die Nasenflügel einschließlich ihrer Knorpel und Schleimhaut und das Frenulum unempfindlich. Dies u. a. auch für die Behandlung des Lupus zu brauchende Verfahren gibt bei der Operation des Rhinophyma, zumal wegen der Blutleere des Operationsfeldes, ganz vorzügliche Resultate.

Soll die Oberlippe in das anästhetische Feld eingeschlossen

werden (Fig. 72), so führt man die oben beschriebenen Injektionen aus und injiziert vom Punkt 1 und 2 je etwa 10 ccm ½% ige Novokain-Suprareninlösung unter Leitung des in den Mund eingeführten linken Zeigefingers in zwei Streifen submukös und subkutan bis an die Mundwinkel.

Ein noch größeres anästhetisches Feld gibt die Umspritzungsfigur Fig. 73. Außer der Umspritzung 1—5—3—6—2 ist nötig der von Punkt 4 angedeutete Streifen (N. ethmoidalis), sowie jederseits eine Injektion ins Foramen infraorbitale von Punkt 5 und 6 aus. Die Injektionsstreifen 1—5 und 2—6 macht man vom Punkt 5 und 6 aus, während der linke Zeigefinger die Lippe abzieht, wie dies in Fig. 74 und Fig. 75 abgebildet ist.

Fig. 72.
Anästhesierung der äußeren Nase und der Oberlippe.

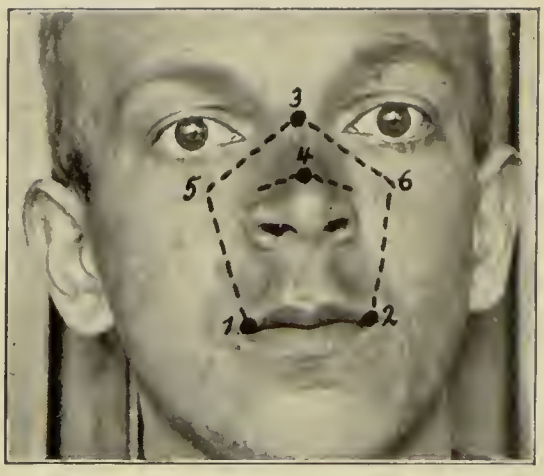


Fig. 73.
Anästhesierung der äußeren Nase, Oberlippe und Wangengegend.

Die Hasenschartenoperationen führe ich regelmäßig ohne Narkose aus. Man injiziert in die Oberlippe beiderseits in einem Streifen von den Mundwinkeln bis zu den Nasenflügeln je 2½ ccm ½% ige Novokain-Suprareninlösung, ferner an die Vorderfläche des Oberkiefers bis zum Foramen infraorbitale und unter den Nasenflügel, bei einseitigen Spalten auf der lateralen Seite, bei doppelseitigen beiderseits, 5 ccm der gleichen Lösung. Die Injektion beschränkt die Blutung, die Kinder schlafen meist während der Operation ein.

Die quere Wangenspaltung als Voroperation zu Eingriffen in der Mundhöhle erfordert Infiltration der Schnittlinie. Man braucht einen einzigen Einstichpunkt am vorderen Rande des M. masseter (Fig. 74). Man legt den linken Zeigefinger in die Mundhöhle des Kranken, hebt die Wange ab und injiziert vom Einstichpunkt aus mit

langer Hohlnadel subkutan und submukös einen Streifen bis zum Mundwinkel.

Operationen an der Unterlippe und Kinngegend.

Für die Operationen, welche sich auf die Unterlippe beschränken, macht man die von Hackenbruch angegebene keilförmige Umspritzung der Unterlippe (Fig. 76, 1—4—5). Man markiert bei 1, in der Kinngegend, einen Einstichpunkt, sticht dort die Hohlnadel unter Führung des im Munde liegenden Fingers (Fig. 75) unter die Schleimhaut und schiebt sie infiltrierend bis Punkt 4 vor. Dann zieht man sie zurück und schiebt sie, subkutan infiltrierend, ebenfalls bis Punkt 4 vor. In gleicher

Fig. 74. Injektion zur queren Wangenspaltung.

Weise wird zum Punkt 5 injiziert. Für einen Keil von der in Fig. 76 abgebildeten Größe werden 20—25 ccm ½ %ige Novokain-Suprareninlösung gebraucht. Das ganze, von der Linie 1—4—5 eingeschlossene Lippenstück wird unempfindlich. Bei Karzinomen muß der Injektionsstreifen reichlich entfernt vom Krankheitsherd sein, die Punkte 4 und 5 fallen gewöhnlich in die Mundwinkel. Die zur Keilexzision beim Karzinom auszuführenden Schnitte sollen also nicht mit der Injektionslinie 1—4—5 zusammenfallen, sondern innerhalb des Dreiecks liegen. So wird eine Infiltration erkrankter Gewebe sicher vermieden. Soll ein größerer Teil der Unterlippe oder die ganze Unterlippe nebst der benachbarten Kinnhaut unempfindlich werden, so legt man zwei Einstichpunkte etwa nach 2 und 3 (Fig. 76) und infiltriert die Gewebe in einem Streifen, der der Linie 9—2—3—10 entspricht. Wo die Weichteile dem Unterkiefer auf-

liegen, injiziert man zuerst tief auf das Periost, dann dicht unter der Haut, an der Unterlippe erfolgt die Injektion in der vorhin geschilderten Weise unter Leitung des im Munde liegenden Fingers. Injiziert wird ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Aber damit wird noch keine Anästhesie erreicht. Hierzu ist es nötig, daß man von einem der Einstichpunkte aus die Umgebung des bei a und b gelegenen Foramen mentale infiltriert oder die Unterbrechung des N. alveolaris inf. an der Lingula vornimmt. Nunmehr wird das ganze Operationsfeld einschließlich des unterliegenden Knochens unempfindlich. In Fig. 76 ist weiter angegeben, wie sich das anästhetische Feld nach der Wange und submentalen

Fig. 75.
Ausführung der Injektion in die Unterlippe.

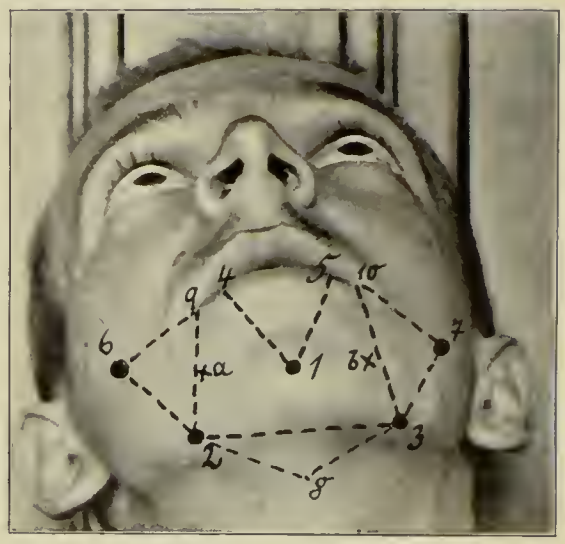


Fig. 76.
Umspritzungsfiguren an der Unterlippe und Kinngegend.
a, b: Austrittsstelle des M. mentalis.

Region vergrößern läßt, wenn bei 6 und 7 neue Einstichpunkte markiert werden. Man kann dann ein Feld von der Ausdehnung 9—6—2—8—3—7—10, oder auch nur Teile davon umspritzen. Die Injektion von 2 nach 6 wird wie an der Unterlippe ausgeführt, die von 6 nach 9 wie oben für den queren Wangenschnitt beschrieben.

Bei plastischen Operationen im Gesicht, wo gestielte Lappen zu bilden sind, sind die Ausführungen S. 272 zu beachten. Der Lappen darf aus den dort angeführten Gründen, zumal an dem vom ernährenden Stiel entfernten Teil, kein Anästhetikum enthalten. Die Anästhesierungsform, die anzuwenden ist, muß sich darnach richten.

6. Operationen in der Nasenhöhle und an der knöchernen Nase.

Die Nasenhöhle wird im vorderen Teil durch Vermittlung des N. ethmoidalis vom N. ophthalmicus, im hinteren Teil vom N. maxillaris innerviert. Fig. 77 und 78 zeigen schematisch die Anordnung der beiden Nervenbezirke. Die Keilbeinhöhle und Highmorshöhle versorgt der N. maxillaris allein, die Stirnhöhle der N. ethmoidalis allein, an der Innervation der Siebbeinzellen beteiligen sich beide Nerven.

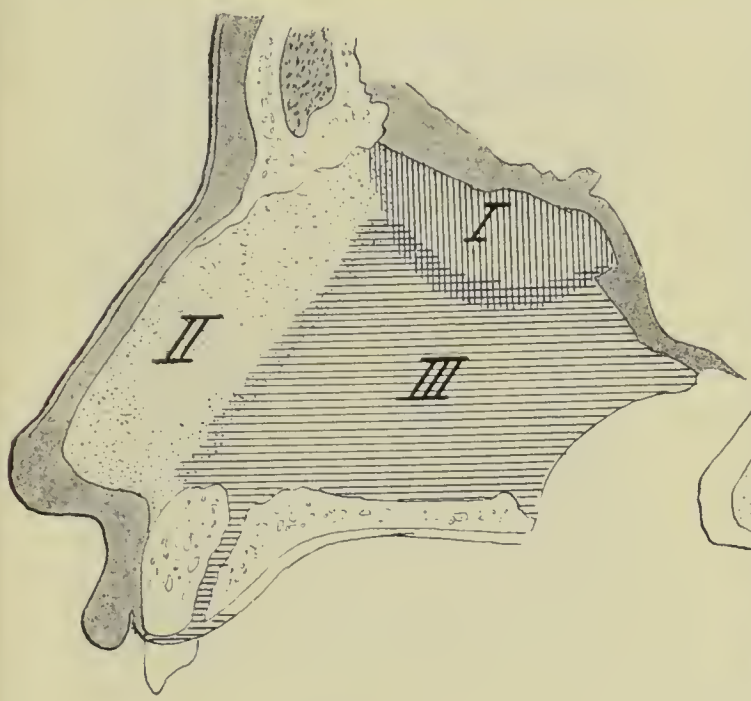


Fig. 77.
Innervation des Nasenseptums.

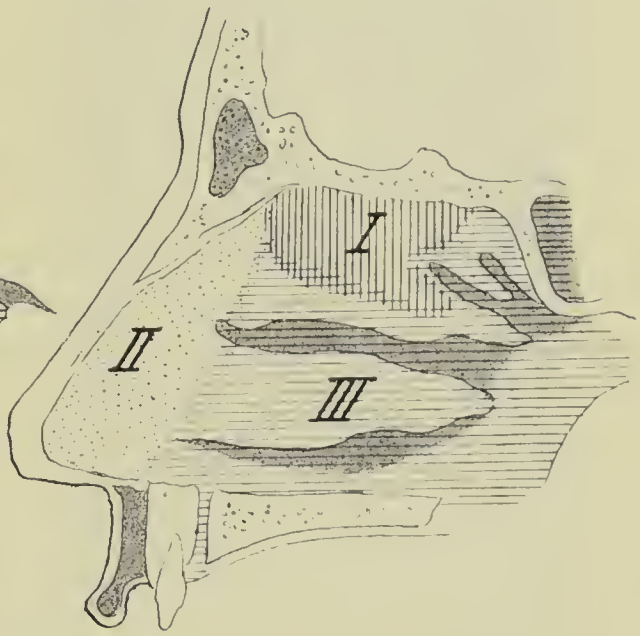


Fig. 78. Innervation der Seitenwand der Nasenhöhle.

I N. olfactorius. II N. ethmoidalis. III N. maxillaris.

Die Kokainisierung der Nasenschleimhaut ist für die Entwicklung der Rhinologie ein Verfahren von einschneidender Bedeutung geworden. Die exakte Untersuchung der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen, ferner die Ausführung vieler Operationen in der Nase wird durch die Kokainisierung erleichtert, ja oft nur durch dieselbe ermöglicht. Denn das Mittel macht nicht allein die Schleimhaut unempfindlich und hebt die Reflexe auf, sondern es erweitert die Nasenhöhle auch und macht sie zugänglicher, indem es infolge seiner gefäßkontrahierenden Wirkung die Schleimhaut zur Abschwellung bringt. Diese Eigenschaft kann man zwar jetzt auch anderen anästhesierenden Mitteln durch Suprareninzusatz geben, es hat sich aber von den älteren Ersatzmitteln des Ko-

kains keins in der Rhinologie bewährt. Von den neueren wird vor allem das Alypin von Seifert und Ruprecht außerordentlich gerühmt. Sie verwenden das Mittel in 10%iger Lösung, Ruprecht mit Suprareninzusatz. Die Anwendung der Lösung geschieht in folgender Weise, wobei ich mich an die Vorschriften Bresgens halte. „Um die Spitze einer fast nadelspitzen Sonde wird eine unbedeutende Menge Watte recht locker angedreht, so daß der rundliche, etwa erbsengroße Bausch die Spitze umhüllt und ungefähr ½ cm unterhalb derselben durch festes Andrehen mit dem Fingernagel befestigt wird. Dieser Wattebausch wird in die anästhesierende Lösung getaucht. Alsdann wird unter Gebrauch eines Nasenspiegels die Nasenhöhle erleuchtet und die mit Kokainlösung beladene Sonde über die gesamte Nasenschleimhaut leicht reibend geführt, und zwar beginnt man am vorderen Ende der unteren Muschel, schreitet auf dieser nach rückwärts und geht sodann in den mittleren und unteren Nasengang. Alsdann läßt man den Kranken den Kopf stark nach vorn neigen, damit das Anästhetikum nicht in den Hals läuft, und richtet die Sonde von neuem her. Hierauf läßt man den Kranken die betreffende Nasenhälfte mehrfach stark ausblasen; der Kranke hält dabei die nicht behandelte Nasenhälfte geschlossen, während die andere gar keinem Druck von außen ausgesetzt werden darf. Sodann wird die Anästhesierung des mittleren Nasengangs fortgesetzt und zur mittleren Muschel und zum oberen Nasengang übergegangen, auch nochmals untere Muschel und unterer Gang bestrichen. Nachdem die Sonde nochmals hergerichtet und übrigens wie vorhin verfahren ist, wird die ganze Höhle der Nase von oben nach unten mit der Lösung bestrichen; nach 1—2 Minuten läßt man die Nase ausblasen. Alsdann ist in den allermeisten Fällen die Nasenschleimhaut unempfindlich geworden und abgeschwollen. In manchen Fällen genügt schon zweimalige Einbringung des Anästhetikums, in wenigen bedarf es nur einmaliger oder auch viermaliger Anwendung.“ Handelt es sich nur um Ausführung der Sondierung der Stirn- oder Oberkieferhöhle, so genügt die Anästhesierung des mittleren Nasengangs und Einlegen eines kleinen, mit der Lösung getränkten Wattetampons an der Mündung des Ausführungsganges der zu sondierenden Höhle. Die auf diese Weise gewonnene Anästhesie beschränkt sich auf die Schleimhaut. Eine bis auf das knöcherne und knorpelige Nasengerüst sich erstreckende Anästhesie erhält man durch Infiltration des submukösen Gewebes mit 2%iger Novokain-Suprareninlösung. Sie ist aber, wenn die äußere Nase erhalten ist, nur am Septum leicht ausführbar und ermöglicht dann in sehr einfacher Weise die operative Behandlung der

Septumverbiegungen. Man injiziert die Lösung mit einer 1-Grammspritze und möglichst feiner Hohlnadel, von vorn beginnend und nach hinten fortschreitend, auf beiden Seiten des Septums, so weit, als das Operationsfeld reicht, und kann dann die gewünschte Operation, welche durch die Suprareninanämie außerordentlich erleichtert wird, am Septum vornehmen. Killian empfiehlt, das Septum durch Injektionen an die Austrittsstellen des N. ethmoidalis und N. nasopalatinus Scarpae zu anästhesieren (S. 244).

In betreff näherer Einzelheiten, soweit sie sich auf die Oberflächen-

Fig. 79.

Fig. 80.

Fig. 79. Karzinom der heutigen und knöchernen Nase.

Fig. 80. Karzinom der häutigen und knöchernen Nase nach ausgeführter Operation. Die Kranke kann die Augen wegen des noch bestehenden Ödems der Oberlider nicht öffnen.

anästhesierung bei spezialistischen Operationen beziehen, muß auf die rhinologischen Handbücher verwiesen werden.

Zur Ausführung eingreifender Operationen am knöchernen Nasengerüst genügt weder die Oberflächenanästhesierung, noch die submuköse Injektion vom Inneren der Nase aus, noch die S. 269 beschriebene Umspritzung der äußeren Nase. Hier muß man sich des von Peuckert, mir und Offerhaus beschriebenen Verfahrens bedienen.

Als Beispiel wähle ich die Exzision eines Nasenkarzinoms, wo nicht nur die radikale Entfernung der äußeren Nase, sondern auch der Nasenbeine, des Randes der Apertura pyriformis, des vorderen Teils des

harten Gaumens und die Ausräumung der ganzen inneren Nase notwendig war (Fig. 79). Die Injektion begann mit der Unterbrechung beider N. N. maxillares vom unteren Rande der Jochbeine (S. 246) und mit der beiderseitigen medialen Orbitalinjektion (S. 242) zur Unterbrechung der N. N. ethmoidales. Die Umspritzung der äußeren Nase mit $^1/_2$%iger Novokain-Suprareninlösung geschah nach dem Schema Fig. 81, wobei die beiden für die N. N. maxillares bestimmten Einstichpunkte mit benutzt wurden. Der dritte Einstichpunkt lag auf dem Nasenrücken. Die Operation war schmerzlos und blutleer. Fig. 80 zeigt die Kranke nach eben beendeter Operation. Die Augenlider sind noch ödematös, weshalb sie die Augen nicht öffnen kann.

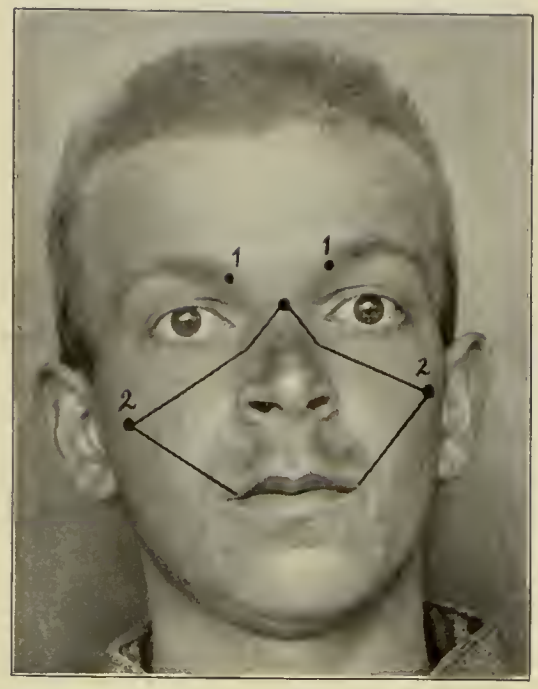


Fig. 81. Umspritzungsfigur bei Nasenoperationen.

1 Einstichpunkt für die mediale Orbitalinjektion. 2 Einstichpunkt für den N. maxillaris.

Mit dem gleichen Verfahren habe ich die Voroperationen zur Freilegung des Naseninneren und der Schädelbasis, die Aufklappung der äußeren Nase nach Kocher und die temporäre Aufklappung beider Oberkiefer nach Kocher zu wiederholten Malen behufs Entfernung von Tumoren ausgeführt. Wenn es sich um Tumoren der Schädelbasis und des Rachens handelt, so empfiehlt es sich, nach Freilegung des Operationsgebiets nochmals zur Spritze zu greifen und die nun sichtbare Rachenwand zu infiltrieren und bei Nasenrachenfibromen die Ansatzstelle derselben zu unterspritzen, bevor man an die Exstirpation geht.

Wer nur einmal eine derartige Operation in Lokalanästhesie gesehen und die Unterbrechung der Trigeminusstämme gelernt hat, wird nicht auf den Gedanken kommen, sie jemals wieder in Narkose und ohne Suprareninanämie auszuführen. Für die Operationen an der Hypophyse von der Nase aus dürfte kein Anästhesierungsverfahren geeigneter sein, als das beschriebene*).

*) v. Eiselsberg (Archiv f. klin. Chir., Bd. 100, S. 70) hat bisher nur die äußere Umspritzung mit $^1/_2$%iger Novokain-Suprareninlösung zum Zweck der Blutsparung bei Hypophysenoperationen vorgenommen.

7. Operationen an der Stirnhöhle.

Die in Lokalanästhesie ausführbaren Operationen an der Stirnhöhle beschränkten sich bisher auf die einfache Aufmeißelung, für die durch Infiltration der das kleine Operationsfeld bedeckenden Weichteile meist eine einigermaßen genügende Anästhesie zu erzielen ist. Mein Assistent Peuckert hat zuerst unsere Anästhesierungstechnik bei Radikaloperationen (völlige Entfernung der vorderen und unteren Wand oder Killiansche Operation) berichtet. Andeutungen hierüber sind auch schon in der 2. Auflage dieses Werkes enthalten. Später habe ich (XV, 4)

Fig 82. Umspritzungsfigur bei Stirnhöhlenoperationen.
1 Einstichpunkt für die mediale Orbitalinjektion.
2 Einstichpunkt für den N. maxillaris.

Fig. 83. Umspritzungsfigur bei doppelseitiger Radikaloperation der Stirnhöhleneiterung.

unsere an 13 Fällen teils einseitiger, teils doppelseitiger Radikaloperationen gewonnenen Erfahrungen mitgeteilt.

Es ist zunächst die mediale Orbitalinjektion (S. 242) auszuführen, während die laterale unterbleiben kann, wenn man vom medialen Einstichpunkt aus noch das Orbitaldach mit dem Anästhetikum bedeckt. Die Innervation der Nasenschleimhaut durch den zweiten Ast versuchten wir früher (Peuckert, l. c.) durch Kokainisierung oder Alypinisierung der Schleimhaut vor Beginn der Operation auszuschalten. Da jedoch die Kranken zuweilen bei der Herstellung der Verbindung der Stirnhöhle mit der Nase und bei der Eröffnung der hinteren Siebbeinzellen

über Schmerzempfindung klagten, ziehen wir jetzt vor, lieber von vornherein auch den N. maxillaris am Foramen rotundum (S. 246) zu unterbrechen.

Es folgt nun die Umspritzung des Operationsfeldes. Bei einseitiger Operation brauche ich hierzu sieben Einstichpunkte, deren Lage aus Fig. 82 ersichtlich sind, einer von ihnen fällt mit dem Einstich für die

Fig. 84. Radikaloperation bei Stirnhöhleneiterung. Killiansche Operation.

mediale Orbitalinjektion zusammen. Man umspritzt, wie abgebildet, das Operationsfeld an der Stirn und Nase, von den am Orbitalrande gelegenen Punkten injiziert man unter den Orbitalrand und unter das Dach der Orbita. Für die Unterbrechung der N. N. ethmoidales und des N. maxillaris braucht man etwa 10 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung, für die Umspritzung 40—50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Injektionstechnik bei doppelseitiger Erkrankung ergibt sich aus Fig. 83. Das Operationsfeld ist nach der Injektion schmerzlos im strengsten Sinne des Wortes. Man kann die Siebbeinzellen entfernen, soweit dies nötig

ist, die vordere und obere Wand der Stirnhöhle entfernen, die Orbita bis in den hinteren Teil zugänglich machen, die zur Verbindung mit der Nasenhöhle erforderliche Öffnung im Nasenbein und der Nasenschleimhaut anlegen. Die Anämie des Operationsfeldes erleichtert ungemein die Operation. Es dürfte nicht so leicht jemanden geben, der sie wieder in Narkose auszuführen geneigt ist, nachdem er die Gangbarkeit und

Fig. 85. Radikaloperation bei Stirnhöhleneiterung. Totale Entfernung der vorderen und hinteren Wand.

die Vorteile des beschriebenen Verfahrens kennen gelernt hat. Fig. 84 und 85 sind photographische Aufnahmen, die von zweien von unseren Kranken während bzw. am Schluß der Operation hergestellt wurden.

8. Operationen an den Kiefern.

Die operative Behandlung des Empyems der Highmorshöhle.

Ich stehe auf dem Standpunkt, daß für die Behandlung der Oberkiefereiterungen nur zwei Operationen in Frage kommen: die Eröffnung der Highmorshöhle von der Fossa canina in akuten Fällen und die Entfernung ihrer vorderen und nasalen Wand, einschließlich eines Stückes der Apertura pyriformis nach Friedrich, bei chronischen Eiterungen. Die Knochenoperation im letzteren Falle kann nach Friedrich von einem äußeren Weichteilschnitt oder — bei großer Mund-

öffnung und beweglicher Oberlippe — ebensogut von der Mundhöhle aus ausgeführt werden. Die sachgemäße Anwendung der Lokalanästhesie erleichtert diese Radikaloperation derartig, daß keine Veranlassung vorliegt, von ihr, die in kürzester Frist zur Heilung führt und nach 1—2 Wochen den Kranken vom Arzt unabhängig macht, abzugehen.

Der Oberkiefer wird ganz vom N. maxillaris innerviert, bei der Radikaloperation gelangt man in der Nase in das Gebiet des N. ethmoidalis. Beide Nervenstämme müssen also unterbrochen werden. Die Anästhesierung des N. maxillaris bei Oberkieferempyemen ist von Munch schon 1909 empfohlen worden. Sie genügt aber allein nicht und die Injektionstechnik muß auf die Gewinnung der ungemein wichtigen Suprareninanämie Rücksicht nehmen.

Fig. 86.
Umspritzung für die Radikaloperation des Empyems der Highmorshöhle.
1 Einstichpunkt für den N. maxillaris.
2 Einstichpunkt für die mediale Orbitalinjektion.

Die Anästhesierung gestaltet sich demnach für die Radikaloperation folgendermaßen. Es sind drei Einstichpunkte zu markieren (Fig. 86). Der erste und zweite entsprechen den Einstichpunkten für die Unterbrechung des N. maxillaris und der N. N. ethmoidales, der dritte liegt neben dem Nasenflügel. Man injiziert vom Punkt 1 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung in die Fossa pterygo-palatina und beim Zurückziehen der Hohlnadel 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung an den Tuber maxillae. Man injiziert 2½ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung vom Punkt 2 mittels der medialen Orbitalinjektion (S. 247) und infiltriert unter Leitung eines im Mund des Kranken liegenden Fingers die Wange in einem Streifen vom Punkt 1 bis zum Mundwinkel, wie zur queren Wangenspaltung (S. 271), mit 15—20 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Diese Injektion schaltet seitliche Innervationen vom Trigeminus III aus und bringt die Endäste der A. maxillaris externa der gleichen Seite zur Kontraktion. Man injiziert vom Punkt 3 aus 10—15 ccm ½%ige Novokain-Suprarenin-

lösung längs der Apertura pyriformis unter Nasenflügel und Frenulum und in die Mittellinie der Oberlippe bis zum Lippenrot. Letzteres gelingt leicht ohne einen weiteren Einstichpunkt, wenn man die Lippe abhebt und nach der anderen Seite verzieht. Die Injektion in die Oberlippe beeinflußt die von der anderen Seite übergreifenden Nerven und Arterien. Jetzt läßt sich die Radikaloperation ohne jede Empfindung für den Kranken und ohne Blutverlust ausführen, entweder von außen nach Friedrich, oder vom Mund aus nach Spaltung der Schleimhaut von der Mittellinie bis zum Ansatz des Proc. zygomaticus maxillae.

Fig. 87.
Nadelführung für die Eröffnung der Highmorshöhle von der Fossa canina.

Zur einfachen Eröffnung der Highmorshöhle von der Fossa canina aus sind die gleichen Injektionen nötig, wie man sie zur Anästhesierung sämtlicher Oberkieferzähne einer Seite braucht (S. 293), nur kann der Gaumen unberücksichtigt bleiben. Die eine Injektion, an die Vorderfläche des Oberkiefers, schaltet die aus dem Foramen infraorbitale austretenden und in der Vorderwand der Highmorshöhle verlaufenden Nerven aus und macht das Operationsfeld blutleer, die andere, an den Tuber maxillae, unterbricht die N. N. alveolares sup. post. und medii (Fig. 93, S. 291).

Die beiden Injektionen lassen sich bequem von einem äußeren Einstichpunkt aus machen, der unter dem unteren Winkel des Jochbeins gelegen ist (Fig. 87). Man setzt hier eine Quaddel, führt die Hohlnadel unter dem Foramen infraorbitale vorbei bis zum Nasenbein und injiziert 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Man zieht die Nadel zurück, führt sie an die Rückfläche des Oberkiefers und verteilt auf der Rückfläche des Oberkiefers ebenfalls 5 ccm 2%ige oder 10 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Einführung der Hohlnadel zum Foramen rotundum ist nicht nötig. Die Injektion kann auch, wie es die Zahnärzte tun, vom Mund aus ausgeführt werden (S. 293). Die vielfach übliche Injektion an die Vorderfläche des Oberkiefers allein genügt nicht zur vollständigen Anästhesierung der bei akuten Entzündungen sehr empfindlichen Schleimhaut der Highmorshöhle, was man sich bei Betrachtung der Innervation des Oberkiefers im voraus sagen kann.

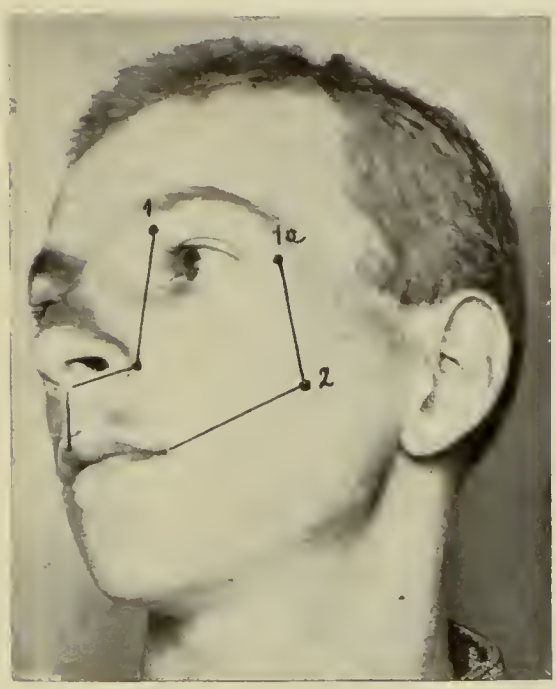


Fig. 88. Umspritzungsfigur für einseitige Oberkieferresektion.

1, 1a Einstichpunkte für die mediale und laterale Orbitalinjektion.

2 Einstichpunkt für den N. maxillaris.

Die Resektion des Oberkiefers.

Einen Versuch, eine Resektion beider Oberkiefer einschließlich des ganzen harten Gaumens in Lokalanästhesie auszuführen, hatte Matas schon im Jahre 1900 gemacht. Er ging dabei folgendermaßen vor.

Jederseits wurde eine lange Hohlnadel durch die Fissura spheno-maxillaris in die Fossa spheno-palatina eingeführt. Jederseits wurden 3 ccm 0,2%iger Kokainlösung mit 1½ ccm 1%iger Kokainlösung injiziert, um eine Unterbrechung des N. infraorbitalis zu bewirken. Nach fünf Minuten war dann die Haut der Wangen, der Oberlippe und der Nasenflügel anästhetisch geworden. Das Septum narium und der Gaumen wurde direkt mit Schleichscher Lösung infiltriert. Bei der nun ausgeführten Operation war nur die Durchschneidung des Vomer schmerzhaft.

Der Versuch ist vereinzelt geblieben, es war auch vor Einführung des Suprarenins gar nicht möglich, bei derartigen Operationen die Sensibilität zuverlässig für die Dauer des Eingriffs auszuschalten. Heute

ist die Lokalanästhesie bei Oberkieferresektionen, totalen und partiellen, dauernden und temporären, das Anästhesierungsverfahren der Wahl. Die ersten Mitteilungen über die Injektionstechnik hat mein Assistent Peuckert veröffentlicht, im vergangenen Jahre (1911) habe ich sie an acht Oberkieferresektionen noch einmal eingehend geschildert. Unabhängig von uns hat Offerhaus, anschließend an seine Studien über die Technik der Alkoholinjektion bei Trigeminusneuralgien, Oberkieferresektionen in Lokalanästhesie ausgeführt.

Für die einseitige, totale Oberkieferresektion genügt, wenn die Mittellinie nicht überschritten zu werden braucht, die einseitige Ausführung der beiden Orbitalinjektionen (S. 242) und die Unterbrechung des N. maxillaris (S. 246). Wenn der Orbitalboden zu erhalten ist, unterbleibt die laterale Orbitalinjektion. Das äußere Operationsfeld wird umspritzt, wie Fig. 88 zeigt, einmal der Blutung wegen und um die Hautinnervation vom Trigeminus III und von der anderen Seite zuverlässig auszuschalten. Man braucht also vier Einstichpunkte, die Oberlippe ist von den neben dem Nasenflügel gelegenen Punkte zu erreichen (s. S. 281). Ferner muß der harte und weiche Gaumen in der Trennungslinie infiltriert werden. Wir brauchen für die zentralen Injektionen 10 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung, für die Umspritzung 80—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Härtel empfiehlt noch Bepinselung des Gaumens und Rachens mit 10%iger Kokainlösung, um die störenden Würgreflexe auszuschalten. Wir würden hierzu 10%ige Alypin-Suprareninlösung verwenden. Muß die Orbita ausgeräumt werden, so injiziert man ferner rücksichtslos in den hinteren Teil der Orbita 10—15 ccm ½%ige oder 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Letztere Injektion kann ausgeführt werden, wenn sich die Notwendigkeit der Entfernung des Auges im Verlaufe der Operation ergibt und vom Kranken genehmigt worden ist. In dieser Weise sind wir bei dem in Fig. 89

Fig. 89. Oberkieferresektion mit Ausräumung der Orbita in Lokalanästhesie.

während der Operation photographierten Kranken vorgegangen. Fig. 90 zeigt einen anderen unserer Kranken, bei dem der Orbitalboden erhalten werden konnte.

Bei zwei von Offerhaus beschriebenen Oberkieferresektionen war

Fig. 90.
Oberkieferresektion mit Erhaltung des Orbitalbodens wegen Karzinom des harten Gaumens. Oben das entfernte Stück.

wegen Ausbreitung des Tumors auch die Unterbrechung des Trigeminus III erforderlich. In der Regel braucht man dieselbe nicht.

Wenn der Tumor in die Fossa spheno-palatina hineingewachsen ist, so mißlingt, wie es Offerhaus in zwei Fällen, mir in einem Falle passierte, die Unterbrechung des N. maxillaris am Foramen rotundum zuweilen. In unserem Falle konnte dann doch die Operation mit Beihilfe

von 5 ccm Chloroform durchgeführt werden. In ähnlichen Fällen wird man jetzt zur Injektion ins Ganglion Gasseri nach Härtel schreiten. Die beschriebene äußere Umspritzung ist aber trotzdem notwendig.

Die temporäre Oberkieferresektion habe ich in Form der vortrefflichen Kocherschen Aufklappung beider Oberkiefer dreimal zur Entfernung von Tumoren des Nasenrachenraums in Lokalanästhesie ausgeführt. Die Anästhesie ist die gleiche, wie oben bei den Nasenoperationen (S. 276, Fig. 81) beschrieben wurde. Außerdem ist noch der harte und weiche Gaumen in der beabsichtigten Trennungslinie zu infiltrieren. Die Operation ist in Lokalanästhesie spielend leicht, weil die sonst recht erhebliche Blutung fehlt.

Die Lokalanästhesie hat die Oberkieferresektion zu einer völlig anderen Operation gemacht. Sie ist keine eingreifende Operation mehr, sie hat ihre Schrecken und Schwierigkeiten ganz, ihre Gefahren fast ganz verloren. Man braucht keine Voroperation mehr, weder die Tracheotomie noch die Karotisunterbindung, ebensowenig die Kuhnsche Tubage, denn es blutet fast gar nicht. Ruhig und sicher, durch nichts behindert, läßt sich die Operation zu Ende führen, langsamer und sauberer, als dies früher möglich war. Nach der Operation sind die Kranken so frisch wie zuvor, absolut nicht kollabiert. Sie kommen kaum noch ins Bett. Von zehn Oberkieferresezierten haben wir keinen verloren und keiner hat eine postoperative Lungenkomplikation gehabt.

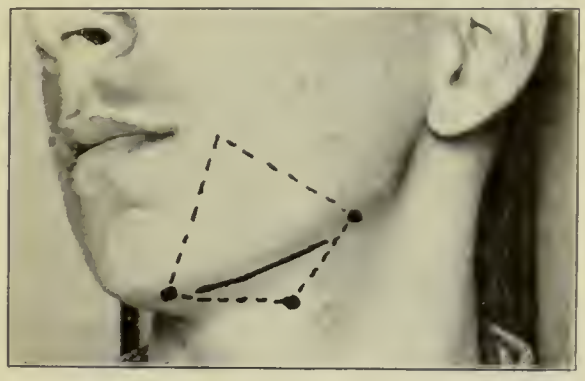


Fig. 91.
Umspritzung für kleinere Operationen am Unterkiefer.

Härtel (XV, 8) hat aus Biers Klinik über neun in Lokalanästhesie ausgeführte Oberkieferresektionen berichtet und bezeichnet die Einführung der Lokalanästhesie bei den großen Operationen im Trigeminusgebiet als einen Fortschritt von vitaler Bedeutung.

Operationen am Unterkiefer.

Unterkiefer und Mundboden werden vom N. mandibularis versorgt, dessen Unterbrechung deshalb bei allen Operationen am Unterkiefer nötig ist, entweder an der Lingula, oder, wenn sich das Operationsfeld bis zur Schädelbasis erstreckt, am Foramen ovale. Bei allen Operationen, die von außen vorgenommen werden sollen, müssen die Zervikalnerven

durch subfasziale und subkutane Umspritzung des Operationsfeldes ausgeschaltet sein.

Nehmen wir den einfachsten Fall, es handle sich um die Naht eines Bruches oder sonst irgend eine kleinere Operation am horizontalen Kieferast. Man beginnt dann mit der Injektion an die Lingula (S. 249) und umspritzt das Operationsfeld von drei Einstichpunkten, wie Fig. 91 zeigt, mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Dann kann im Bereich des Umspritzungsgebietes der Knochen freigelegt, umgangen, durchtrennt oder aufgemeißelt werden.

Fig. 92 zeigt weiter die von uns angewendete Umspritzungsfigur zur Resektion des linken horizontalen Unterkieferastes wegen eines Karzinoms des Alveolarfortsatzes, wobei die submaxillare Speicheldrüse und die Lymphdrüsen im Zusammenhange mit dem Knochen entfernt wurden. Der N. mandibularis war beiderseits an der Lingula unterbrochen worden. Soll dagegen die betreffende Kieferhälfte exartikuliert werden, so muß man den N. mandibularis am Foramen ovale ausschalten (S. 254) und die lateralen Umspritzungslinien der Fig. 92 müssen noch weiter rückwärts gelegt werden. In jedem Falle empfiehlt es sich, der Blutleere wegen, von einem der unter dem Kieferrande gelegenen Einstichpunkten aus den Mundboden mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung zu infiltrieren, obwohl ja dieses Gebiet schon durch die zentrale Injektion unempfindlich geworden ist. Die bei den Halsoperationen zu beschreibenden Injektionsverfahren müssen natürlich zur Vornahme von Drüsenausräumungen häufig mit den Injektionen am Unterkiefer kombiniert werden. Die temporäre Unterkieferdurchtrennung besprechen wir im Zusammenhange mit den Operationen an der Zunge und am Mundboden.

Fig. 92. Umspritzungsfigur bei Resektion des linken horizontalen Unterkieferastes mit Entfernung der submaxillaren Speicheldrüse und der Lymphdrüsen.

9. Zahnextraktionen und andere Operationen am Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers.

Geschichtliches.

Die früher viel geübte Anwendung des Äther- oder Chloräthylsprays zu Zahnextraktionen gibt sehr unvollkommene Resultate. Sie ist an sich sehr schmerzhaft und versagt oft völlig. Wo die Applikation des Chloräthylsprays eine schmerzlose Zahnextraktion ermöglicht, muß man immer daran denken, daß schon die Einatmung einer ganz geringen Menge von Chloräthyl einen Rauschzustand hervorruft, bei dem die Sensibilität des ganzen Körpers für kurze Zeit aufgehoben wird (Kulenkampff). Dieser Chloräthylrausch ist zwar sehr gut für die Extraktion eines einzelnen Zahns zu brauchen, aber es handelt sich eben nicht um eine örtliche Wirkung, und der Rausch wird besser auf andere Weise als durch Applikation von Chloräthyl auf das Zahnfleisch hervorgerufen.

Die Entdeckung des Kokains hat auch der Zahnheilkunde den Weg zu einer brauchbaren Lokalanästhesie gewiesen. Man hat das Mittel teils direkt in die Nachbarschaft des zu extrahierenden Zahns subgingival injiziert, teils bediente man sich seiner — hier überhaupt zum erstenmal in der Praxis — zur Anästhesierung eines größeren Nervenstammes, des N. alveolaris inferior, mittels perineuraler Injektion. Die Möglichkeit einer schmerzlosen Zahnextraktion mit Hilfe subgingivaler Injektion anästhesierender Lösungen ist dadurch gegeben, daß das Mittel durch den Knochen diffundieren und auf diese Weise bis an die die Zahnpulpa und die Wurzelhaut versorgenden Nerven gelangen kann. Daß eine Diffusion gelöster Substanzen in den Knochen wirklich stattfindet, ist durch die Leichenversuche Dzierzawskis erwiesen, wonach in das Zahnfleisch injizierte Farblösungen rasch mehr oder weniger weit für das Auge sichtbar im Knochen vordringen, am Oberkiefer bis zum Boden der Highmorshöhle. Es ist hingegen wenig wahrscheinlich (s. S. 174), daß man durch submuköse oder subperiostale Injektion eine Lösung mechanisch in den Knochen hineinpressen, ihn mit derselben infiltrieren kann. Bei einer derartigen Injektion, wo die injizierte Flüssigkeit unter sehr hohem, praktisch kaum erreichbarem Druck stehen müßte, würde sie nicht in den Knochen eindringen, sondern begreiflicherweise sich nach der Richtung des geringsten Widerstandes, d. h. in den den Knochen bedeckenden Weichteilen verbreiten. Wir sind also auf die Diffusion des Mittels angewiesen. Wie weit nun die Färbung oder der anästhesierende Effekt sich verfolgen läßt, das muß in erster Linie von der Konzentration und Menge der in das Zahnfleisch injizierten Lösung des Farbstoffes oder Anästhetikums abhängig sein. Denn das gelöste Mittel wird auf seinem Diffusionswege mehr und mehr verdünnt, je weiter es sich von dem injizierten Depot entfernt, und es kommt darauf an, daß es in einer noch wirksamen Menge an die Pulpa und Wurzelhautnerven gelangt. Das Mittel braucht auch unter allen Umständen Zeit, um dahin zu gelangen, man kann niemals, was und wieviel man auch in das Zahnfleisch injiziert, sofort nach der Injektion eine schmerzlose Extraktion machen.

Die anfangs auch von den Zahnärzten geübte Injektion 5—20%iger Kokainlösung in und unter das Zahnfleisch wurde ihrer Gefährlichkeit wegen bald wieder aufgegeben, man ging mit der Konzentration auf 1—2% zurück. Die Injektion 1%iger Kokainlösung in das Zahnfleisch ist nach der übereinstimmenden

Erfahrung aller über ein großes Beobachtungsmaterial verfügenden Autoren — ich erwähne nur Bleichsteiner, der bereits 1892 über 14000 Zahnextraktionen mittels Kokainanästhesie berichtete, und Reclus — gefahrlos. Mit der Herabsetzung der Konzentration der Kokainlösung verlor naturgemäß das Anästhesierungsverfahren an Sicherheit. Bei Anwendung verdünnter Lösungen gelangt nicht mehr genügend Kokain in den Knochen des Alveolarfortsatzes. Man kann mit Sicherheit das Zahnfleisch und das äußere Alveolarperiost anästhesieren, nicht oder doch nur selten die Pulpa- und Wurzelhautnerven, weshalb denn auch das Injektionsverfahren nur sehr selten für zahnärztliche Operationen am Dentin und der Pulpa genügt. Ich glaube, daß man weder Reclus' Schüler, Legrand, recht geben kann, der der Ansicht ist, daß mittels 1%iger Kokainlösung bei richtiger Injektionstechnik jede Zahnextraktion schmerzlos zu machen sei, noch denjenigen, die dem Nutzen der Injektion ganz skeptisch gegenüberstehen. Den richtigen Standpunkt in dieser Frage nimmt, wie Läwen sagt, vielmehr Quéré ein, der über die Wirkung des in das Zahnfleisch injizierten Kokains folgende, allerdings nur für Zähne mit lebender Pulpa gültigen Sätze aufstellt. 1. In keinem Fall erhält man eine absolute Schmerzlosigkeit. 2. In einer großen Anzahl von Fällen erhält man eine sehr beträchtliche Milderung des Schmerzes. 3. In einer gewissen Anzahl von Fällen gibt das Kokain keine wahrnehmbare Analgesie. Zu der letzteren Kategorie gehören, wie Quéré in Übereinstimmung mit Reclus und Dastre meint, die Fälle von Osteoperiostitis am Alveolarfortsatz, diejenigen mit Abszeßbildung und entzündlichen Affektionen des Zahnfleisches, also gerade diejenigen Fälle, wo die Anästhesierung für den in den meisten anderen Fällen nach Konservierung der Zähne strebenden Zahnarzt am notwendigsten wäre. Für den Arzt liegen die Verhältnisse allerdings noch anders, er muß in den Kreisen, in denen von einer eingehenden Zahnpflege noch lange nicht die Rede ist, auch häufig Zähne extrahieren, die vielleicht die Kunst des Zahnarztes erhalten könnte. Ich habe selbst zehn Jahre lang Zahnextraktionen mittels Injektion von 1%iger Kokainlösung (etwa 100 im Jahr) ausgeführt, und muß der Ansicht Quérés vollständig beistimmen. Nicht bloß in den oben erwähnten Fällen, sondern auch bei Menschen mit sehr starken Knochen, namentlich aber bei unteren Molaren versagte die Anästhesierung sehr oft. Niemals konnte man dem Kranken die Schmerzlosigkeit der Extraktion vorher versprechen, tat man es, so wurde man oft Lügen gestraft. So ist es denn wohl begreiflich, daß auch das Injektionsverfahren einzelne Freunde, aber keine allgemeine Verbreitung gefunden hat. Noch unsicherer wird nach meinen Erfahrungen die Anästhesierung, wenn man die Kokainlösung noch mehr verdünnt, Zahnfleisch und Alveolarperiost also nicht mit 1%igen, sondern etwa mit Schleichschen Kokainlösungen infiltriert. Man kann sich das eigentlich im voraus sagen, da diese Lösungen nach den Erfahrungen an anderen Körperteilen so gut wie keine Fernwirkungen, auf die es am Alveolarfortsatz ankommt, äußern. Die Infiltration des Zahnfleisches und Kieferperiosts mit Schleichschen Kokainlösungen kann nur dann als ein genügendes Anästhesierungsverfahren betrachtet werden, wenn es sich um die Extraktion pulpenloser Wurzeln handelt.

Eine wesentliche Verbesserung hat auch die Anwendung anderer örtlich anästhesierender Mittel, die in unzähligen Kombinationen und Variationen fast stets zur Zufriedenheit der Autoren versucht wurden, nicht gebracht. Mit einer 2—3%igen Eukain-B- (Reclus, Thiesing) oder Tropakokainlösung (Dillenz

u. a.) erreicht man ungefähr dieselben Wirkungen wie mit einer 1%igen Kokainlösung, höher konzentrierte Lösungen dieser Mittel sind nicht frei von Nebenwirkungen, und ihre Anwendung ist keineswegs ungefährlich. Von den übrigen Ersatzmitteln des Kokains gilt das im 7. Kapitel Gesagte.

In der zahnärztlichen Literatur spielen örtliche, nachteilige Gewebsveränderungen eine große Rolle, welche nach der Injektion anästhesierender Mittel in das Zahnfleisch sich eingestellt haben sollen. Es gibt keins der schmerzstillenden Mittel, nach deren Einspritzung nicht Weichteilschwellungen und Ödeme beobachtet worden wären. Es ist aber äußerst schwierig zu entscheiden, ob die Schwellungen auf Rechnung der Injektion oder der Extraktion zu setzen sind. Geht doch die schonendste Zahnextraktion nicht ohne grobe Quetschung von Knochen und Weichteilen in einem mit Bakterien übersäten Operationsgebiet vor sich. Wenn nicht direkt gewebsschädigende Substanzen, wie z. B. Guajakol, angewendet werden, und wenn die Lösungen steril und mit dem nötigen Kochsalzzusatz versehen sind, so wird man keine Veranlassung haben, Schwellungen und Ödeme, die etwa der Extraktion folgen, der Injektion in die Schuhe zu schieben (Läwen).

Eine erhebliche Verbesserung der Anästhesierung am Alveolarfortsatz stellt die von Wiener und später von Schleich empfohlene Methode dar, Zahnfleisch bzw. Alveolarperiost zuerst mit Kokainlösung zu infiltrieren und darauf die kokainisierten Gewebe mit dem Chloräthylspray stark abzukühlen. Der Vorteil des Verfahrens beruht in erster Linie darin, daß (s. S. 148) in abgekühlten Geweben verdünnte Kokainlösungen so wirken, wie konzentrierte in nicht abgekühlten Geweben. Um sich dieses Vorteils möglichst vollständig zu bedienen, muß man nach der Injektion der anästhesierenden Lösung das Zahnfleisch mittels des Chloräthylstrahls gefrieren lassen und mindestens 5 Minuten warten, bis die Kokainwirkung ihren Höhepunkt erreicht hat. Schließlich kann man unmittelbar vor der Extraktion noch einmal den Chloräthylstrahl anwenden, um auch noch die anästhesierende Wirkung der Abkühlung selbst zu benutzen. Auf diese Weise läßt sich noch ein erheblicher Teil derjenigen Extraktionen schmerzlos machen, bei denen die Kokainisierung allein nicht ausreichend gewesen wäre, und zwar selbst bei Anwendung verdünnter, 0,2%iger Kokainlösung oder der für die Kombination mit Abkühlung besonders geeigneten 0,5%igen Tropakokainlösung. Es liegt indessen bei der Extraktion einzelner Zähne keine Veranlassung vor, die anästhesierenden Lösungen auf Kosten der Sicherheit des Erfolgs gar zu sehr zu verdünnen.

Endlich hat auch die Kokainkataphorese namentlich unter den amerikanischen Zahnärzten zahlreiche Anhänger gefunden. Ob man von der Zahnfleischoberfläche aus das Kokain mittels des galvanischen Stroms wirklich bis in die Alveole hineinbringen kann, mag dahingestellt bleiben. Eigene Erfahrungen hierüber besitze ich nicht. Eine zusammenfassende Darstellung dieses Verfahrens und der für seine Anwendung nötigen, zum Teil recht komplizierten Apparate ist in der Arbeit von Dorn zu finden, auf welche hiermit verwiesen wird. Ebenso muß bezüglich der speziellen Geschichte und Literatur der Lokalanästhesie bei Zahnextraktionen auf die Monographien von Thiesing und Seitz, namentlich aber auf die Ausführungen Läwens verwiesen werden, dem ich bei vorstehender Darstellung im wesentlichen gefolgt bin.

Die Einführung des Suprarenins hat die Lokalanästhesie bei Zahnoperationen bahnbrechend beeinflußt. Die Zahnärzte haben die von mir beschriebene Injektionstechnik in allen wesentlichen Punkten übernommen. Sie haben sie auf Grund anatomischer Studien weiter ausgearbeitet und, zumal das Instrumentarium, für ihre speziellen Bedürfnisse verändert. Der außerordentlich große Raum, den die Lokalanästhesie in der zahnärztlichen Literatur der letzten Jahre einnimmt, legt Zeugnis ab von der großen Bedeutung, den die Lokalanästhesie für diesen Teil der Heilkunde erlangt hat. Ich kann diese Literatur nur so weit berücksichtigen, als sie den Arzt angeht. Wer sich dafür interessiert, findet im Literaturverzeichnis die wichtigsten Arbeiten. Besonders hinzuweisen ist auf die Arbeit von Bünte und Moral (XV, 87) und die Monographien G. Fischers (XV, 92) und Seidels (XIX, 21).

Die Innervation der Zähne.

Die Innervation der Pulpen und Wurzelhaut der Oberkieferzähne sowie auf der labialen Seite des Periosts des Alveolarfortsatzes und des Zahnfleisches erfolgt durch Äste des N. infraorbitalis (Fig. 93), welche teils vor ihrem Eintritt in den Knochenkanal, teils erst innerhalb des letzteren den Hauptstamm verlassen, größtenteils im Knochen, im Alveolarfortsatz oder zwischen der Schleimhaut der Highmorshöhle und der Vorderwand des Oberkiefers verlaufen (N. N. alveolares superiores anteriores, medii und posteriores) und mittels zahlreicher Anastomosen den Plexus dentalis superior bilden. Die N. N. alveolares sup. post. und med. (Fig. 93, 2, 3) verlaufen anfangs außen auf dem Tuber maxillae und dringen erst oberhalb des dritten Molarzahns, hinter dem Ansatz des Proc. zygomaticus, in den Oberkiefer ein. An der Innervation des labialen Zahnfleisches beteiligen sich endlich auch die Endverzweigungen des N. infraorbitalis nach seinem Austritt aus dem Knochenkanal am Foramen infraorbitale.

Der harte Gaumen, das linguale Zahnfleisch und Periost werden innerviert vom N. palatinus anterior, der über dem dritten Molarzahn aus dem Foramen palatinum majus in die den harten Gaumen überziehenden Weichteile eintritt (Fig. 52, S. 243) und von den Endästen des N. nasopalatinus Scarpae, der vorn durch das Foramen incisivum den Knochen verläßt. An der Innervation der Pulpen und Wurzelhaut beteiligen sich diese Nerven nicht.

Die Innervation der Unterkieferzähne erfolgt zum größten Teil durch den an der Lingula in den Knochen eintretenden N. alveolaris

inferior (Fig. 93). Innerhalb des Knochenkanals im Unterkiefer gibt er zahlreiche Zweige ab, welche dicht unterhalb der Zahnwurzeln den Plexus dentalis inferior (in Fig. 93 nicht mitgezeichnet) bilden. Aus ihm entspringen Rami dentales, welche die Pulpen und die Wurzelhaut

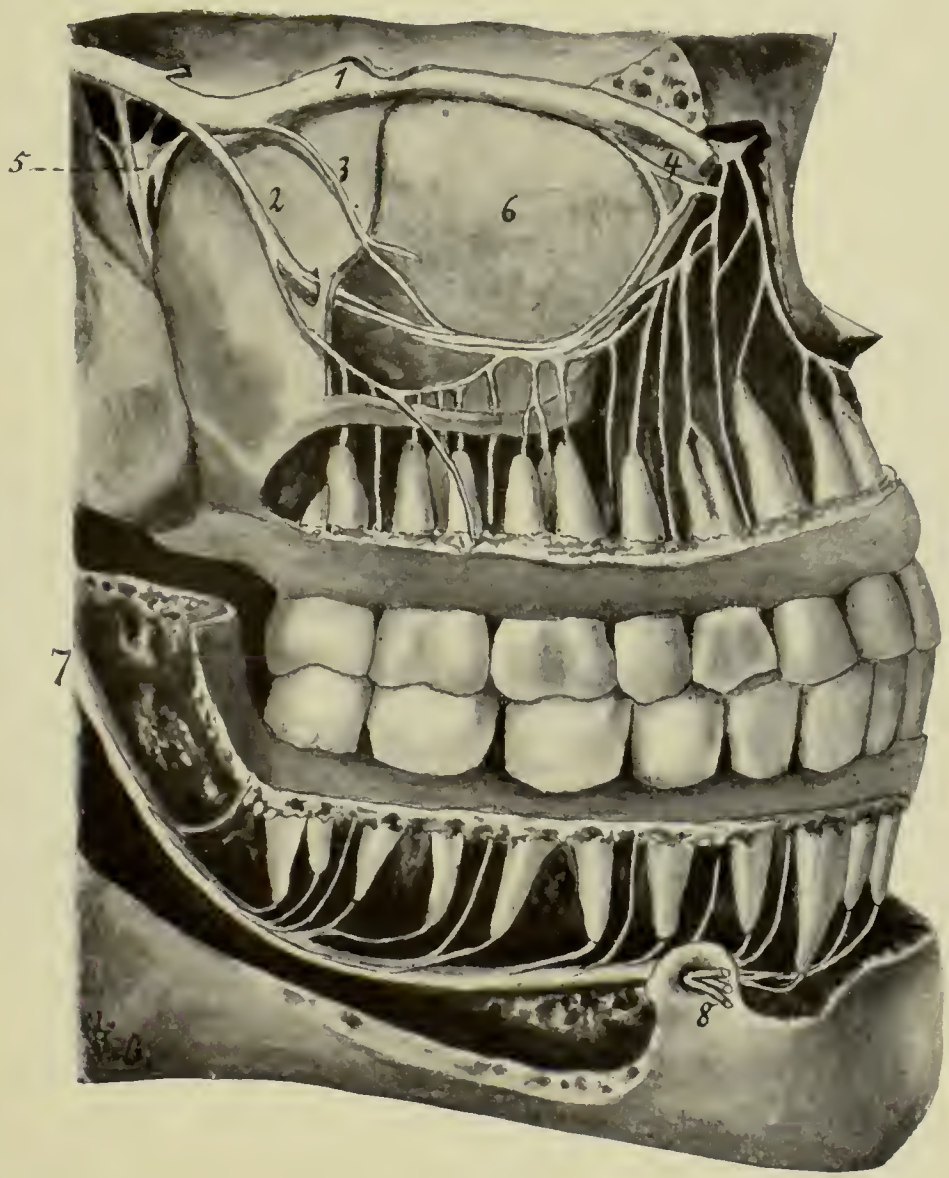


Fig. 93. Die Innervation der Zähne (teilweise nach Spalteholz).
Entfernt ist die laterale Wand der Orbita, die äußere Knochenschicht des Unterkiefers, teilweise die Vorderwand des Oberkiefers. 1 N. infraorbitalis. 2 Rami alveolares sup. post. 3 Rami alveolares sup. med. 4 Rami alveolares sup. ant. 5 Ganglion spheno-palatinum und N. N. palatini. 6 Laterale Schleimhaut der Highmorshöhle. 7 N. alveol. inf. 8 N. mentalis.

der Zähne innervieren, und Rami gingivales, welche den Knochen durchbohren und sich im Zahnfleisch verästeln. Ein starker Ast, der N. mentalis, verläßt unterhalb des ersten oder zweiten Prämolarzahns durch das Foramen mentale wieder den Knochen, während der kleinere Rest

des Nerven im Knochen bleibt und den Eckzahn sowie die Schneidezähne innerviert. Der N. mentalis versorgt die Kinnhaut, Haut und Schleimhaut der Unterlippe. Das linguale Zahnfleisch und Kieferperiost wird dagegen ausschließlich vom N. lingualis (Rami isthmi faucium und N. sublingualis) innerviert. In der Mittellinie greifen die Innervationsgebiete der beiderseitigen N. N. alveolares inferiores, N. N. mentales und N. N. linguales mehr oder weniger weit ineinander über.

Endlich ist noch zu bemerken, daß der N. buccinatorius sich an der Innervation des labialen Zahnfleisches der hintersten unteren Molaren mehr oder weniger beteiligt.

Verfahren bei Oberkieferzähnen.

Es ist wichtig zu wissen, daß oberhalb der Zahnwurzeln die den Plexus dentalis bildenden Nervenfasern dicht unter der dünnen vorderen und seitlichen Wand des Oberkiefers gelegen sind, hier also der Einwirkung eines kräftig wirkenden Anästhetikums verhältnismäßig leicht zugänglich, ja daß die hinteren N. alveolares sup. vor ihrem Eintritt in den Knochen unter der Schleimhaut des Tuber maxillae für die Hohlnadel erreichbar sind. Am Oberkiefer ist deshalb die Injektion an der labialen Seite das bei weitem wichtigste. Die Technik der Injektion hat im Laufe der Zeit sehr charakteristische Wandlungen durchgemacht. Eine der ersten deutschen Publikationen über die Kokainanästhesie bei Zahnextraktionen ist die von Witzel. Er injizierte die damals (1886) gebräuchliche 20%ige Kokainlösung hoch oben am Oberkiefer, längs der Umschlagsfalte der Schleimhaut. Später, als man gezwungen war, die zu injizierende Kokainlösung mehr und mehr zu verdünnen, wodurch ihre Fernwirkung auf die im Knochen verlaufenden Nervenelemente wesentlich verringert wurde, mußte man Zahnfleisch und Periost in der ganzen Umgebung des zu extrahierenden Zahns und seiner Alveole mit Kokainlösung sorgfältig infiltrieren. Das haben wir jetzt nicht mehr nötig, da uns Lösungen zur Verfügung stehen, deren anästhesierende Wirkung derjenigen einer 20%igen Kokainlösung mindestens gleich kommt, und können zu der einfacheren Technik Witzels zurückkehren.

Die Injektion an der Vorderfläche des Oberkiefers wird demnach folgendermaßen gemacht. Mittels eines passenden Spatels oder Hakens werden Lippe und Wange vom Oberkiefer abgezogen, so daß die Schleimhaut an der Umschlagsfalte rechtwinklig vom Alveolarfortsatz absteht. Die Spritze wird horizontal gehalten, die Hohlnadel in die Umschlagsfalte eingestochen und oberhalb der Zahnwurzeln in der Umschlags-

falte zwischen Schleimhaut und Periost in horizontaler Richtung weitergeführt (Fig. 94). Für die Inzisivi und Kanini liegt der Einstichpunkt neben dem Frenulum, für die Prämolaren und den ersten Molaren oberhalb der Wurzel des Inzisivus, für die beiden letzten Molaren muß die Nadel hinter der Ansatzstelle des Processus zygomaticus unter die den Tuber maxillae bedeckende Schleimhaut geschoben werden (Fig. 95).

Handelt es sich um die Anästhesierung nur eines Zahnes, so sticht man über dem medial von ihm gelegenen Zahn ein und schiebt die Hohlnadel injizierend bis über den lateral davon gelegenen Zahn vor. Sollen sämtliche Zähne einer Oberkieferhälfte unempfindlich werden,

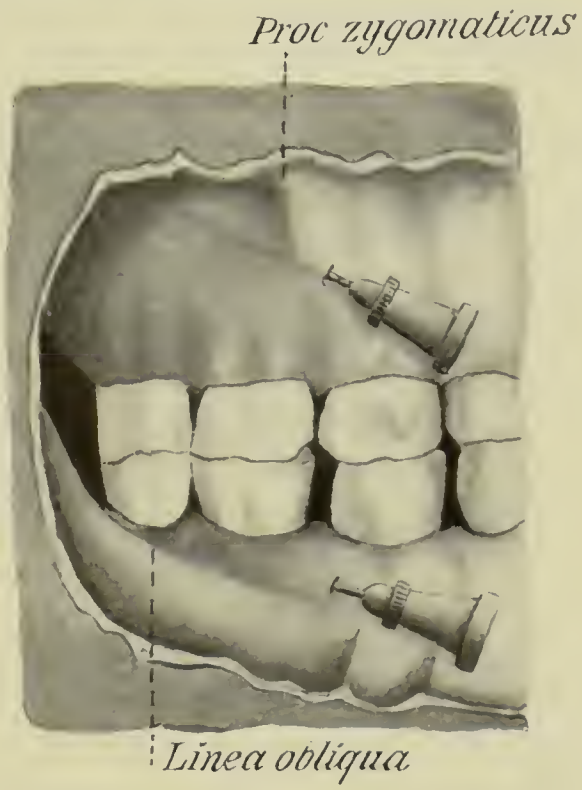


Fig. 94. Submuköse Injektion bei Zahnextraktionen. Fig. 95.

so wird von den genannten drei Einstichpunkten aus die Lösung in einem Streifen injiziert, der von der Mittellinie kontinuierlich bis zum Tuber maxillae derselben Seite reicht. Bei der Injektion hebt sich die Umschlagsfalte in Form einer kleinen Anschwellung ab. Beim Herausziehen der Nadel verschließe man die Einstichöffnung sofort mit dem Finger und verteile noch durch einige leicht massierende Bewegungen die Lösung an der Vorderfläche des Oberkiefers.

Das für diese Injektionen geeignete Anästhetikum ist 2%ige Novokain-Suprareninlösung, nach Fischer genügt auch 1½%ige Lösung. Man braucht für ein oder zwei Zähne 2—3 ccm, für eine ganze Oberkieferhälfte 5—10 ccm der Lösung. Bei Massenextraktionen ziehe ich

die Ausführung der Injektion an der Vorderfläche des Oberkiefers und des Tuber maxillae von der Wange aus vor, wie sie S. 281 beschrieben ist. Die Wirkung zeigt sich nach etwa fünf Minuten, selten früher, manchmal etwas später. Sie besteht in einer vollkommenen Anästhesie des labialen Zahnfleisches und Periosts, im Bereich eines Zahnes oder einer Oberkieferhälfte, je nach Lage des Injektionsstreifens, sowie in ebenso vollständiger Anästhesie der Pulpa und der Wurzelhaut. Diese Injektion allein an der Vorderfläche genügt daher zur Ausführung von Operationen an der Pulpa und am Dentin, ebenso zur Ausmeißelung von Wurzelspitzen und sonstigen Operationen an der Vorderfläche des Alveolarfortsatzes. Die außerhalb des Knochens verlaufenden Endzweige des N. infraorbitalis werden um so leichter unempfindlich, als sie von der anästhesierenden Lösung direkt umspült werden.

Für die Extraktion der Oberkieferzähne ist aber noch die Anästhesierung des lingualen Zahnfleisches und Kieferperiosts notwendig. Zur Extraktion einzelner Zähne fügt man der labialen Injektion eine Injektion von 1 ccm 2%iger Novokain-Suprareninlösung unter den Überzug des harten Gaumens neben dem erkrankten Zahn hinzu. Wie zu Massenextraktionen durch zwei Injektionen eine ganze Hälfte des harten Gaumens unempfindlich gemacht werden kann, ist schon S. 243 beschrieben.

Die Unterbrechung des ganzen N. maxillaris ist bei Zahnoperationen anzuwenden, wenn eitrige Prozesse am Alveolarfortsatz Injektionen in der Nähe desselben bedenklich erscheinen lassen. Sonst sind die Injektionen an der Schädelbasis bei Zahnoperationen unnötig und für die Zahnärzte auch kaum verwendbar wegen der gelegentlich entstehenden Hämatome.

Verfahren bei Unterkieferzähnen.

Am Unterkiefer sind Injektionen unter die Schleimhaut des Alveolarfortsatzes nur im Bereich der Schneide- und Eckzähne von einigermaßen zuverlässigem Erfolge. Weiter hinten ist labial der Knochen viel zu dick, um einen Einfluß des Anästhetikums auf die Pulpanerven zu gestatten, und lingual sind Injektionen durch die Form des Kiefers sehr erschwert.

Es empfiehlt sich deshalb, bei Unterkieferzähnen stets den N. alveolaris und N. lingualis an der Lingula zu unterbrechen (S. 249), wodurch vollständige Anästhesie der Zahnpulpen bis zum Eckzahn und des lingualen Zahnfleisches und Kieferperiosts entsteht. Bei den hinteren Zähnen fügt man labial die in Fig. 95 abgebildete Injektion unter das

Zahnfleisch hinzu, um etwaige Fasern des N. buccinatorius auszuschalten, bei den Schneidezähnen dagegen, welche durch das Übergreifen des N. alveolaris inf. der anderen Seite ihre Sensibilität nicht ganz verlieren, läßt man der Injektion an die Lingula eine Injektion folgen, welche G. Fischer folgendermaßen beschreibt. Man hebt die Unterlippe ab, sticht die Hohlnadel unter dem Eckzahn in die Umschlagsfalte der Schleimhaut ein und führt sie, leicht medial gerichtet an der Vorderfläche des Unterkiefers bis zur Fossa mentalis, d. h. der neben der Mittellinie an der Vorderfläche gelegenen seichten Grube, welche meist zahlreiche Foramina besitzt, durch welche die injizierte Lösung in das Kieferinnere gelangen kann. Man injiziert auf dem ganzen Wege, den die Hohlnadel beschreibt, das Hauptquantum aber, etwa 1 ccm der Lösung (2%ige Novokain-Suprareninlösung), in die Gegend der Fossa mentalis.

Bei doppelseitigen Extraktionen oder Massenausräumungen ist die Injektion an die Lingula beiderseits zu machen, wobei sich natürlich die Injektion an der Vorderfläche des Unterkiefers erübrigt.

Die von Bünte und Moral befürchteten Störungen durch Unterbrechung des N. lingualis (Sekretionsstörungen der Speicheldrüsen) habe ich nicht beobachtet, und die von den genannten Autoren erwähnte Möglichkeit, daß die Kranken sich die eine Zeitlang gefühllose Zunge verletzen, läßt sich wohl vermeiden, wenn man sie darauf aufmerksam macht.

Da im vorstehenden geschildert ist, wie der ganze Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers, einseitig oder beiderseitig, unempfindlich zu machen ist, bedarf es nur des Hinweises, daß auch für alle anderen Operationen am Alveolarfortsatz die Lokalanästhesie das gegebene Anästhesierungsverfahren ist.

Noch einige Worte über die dem Suprarenin gerade bei Zahnextraktionen zur Last gelegten Nachblutungen. Ich habe solche bei mehr als 1000 Extraktionen nicht gesehen, und ich glaube auch nicht daran, daß Suprarenin eine ernstliche Nachblutung hervorrufen kann, die nicht in gleicher Weise auch ohne seine Anwendung zustande gekommen wäre, durch Suprarenin wird nur ihr Einsetzen um kurze Zeit verzögert. Man schützt sich vor Nachblutungen bei Zahnextraktionen, indem man nach Römer die Alveole für einen oder zwei Tage mit Jodoformgaze tamponiert, eine vom chirurgischen Standpunkte auch sonst zweifellos richtige Nachbehandlung. Sind größere Höhlen nach einer Operation am Alveolarfortsatz entstanden, so ist ja die Tamponadebehandlung selbstverständlich.

Ein großer Teil der Zahnärzte vertritt heute den Standpunkt, daß die Narkose für sie überflüssig geworden ist. Da nach einer Umfrage von Wolfram (XV, 111) zurzeit in sämtlichen deutschen zahnärztlichen Instituten die Lokalanästhesie gelehrt wird, Narkosen aber nur ganz vereinzelt noch gebraucht werden, ist die allgemeine Anerkennung dieses Standpunktes eine Frage der Zeit.

Nach meiner Meinung kann nur das eine diskutabel sein, ob nicht ein Äther- oder Chloräthylrausch — letzterer ist hierzu viel geeigneter — bei ganz kurzen Operationen, wie Extraktion eines Zahns, der Lokalanästhesie vorzuziehen ist. Denn Gefahren sind mit dieser Art der Narkose nicht verbunden.

Handelt es sich aber um einigermaßen kompliziertere Eingriffe, die die Dauer von ½—1 Minute überschreiten und besser langsam und in Ruhe, als möglichst schnell ausgeführt werden, dann kann keine Art von Narkose mit der Lokalanästhesie konkurrieren. Die Ausführung von Massenextraktionen in Äther-, Chloroform- oder Bromäthylnarkose ist mit der ärztlichen Verantwortlichkeit kaum vereinbar.

10. Operationen am Gaumen. Nasenrachenfibrome.

Die Anästhesierung des weichen und harten Gaumens von vier Einstichpunkten ist S. 243 beschrieben. Bei glatten Durchtrennungen wird einfach in der Schnittlinie mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Die Entfernung des harten Gaumens erfordert beiderseitige Unterbrechung des N. maxillaris. Ich komme darauf hier nochmals zurück, um zur Vorsicht mit dem Suprarenin bei plastischen Operationen am Gaumen zu warnen. Die Suprareninanämie erleichtert diese Operationen in so hohem Grade, daß man sie nicht entbehren möchte. Aber es gilt das, was S. 272 für die plastischen Operationen im allgemeinen ausgeführt wurde. Die vom harten Gaumen abgelösten von Langenbeckschen Lappen sind durch Ernährungsstörungen gefährdet bei unvorsichtigem Gebrauch von Suprarenin. Es empfiehlt sich daher, der zu injizierenden Lösung höchstens die Hälfte des üblichen Suprareninzusatzes zu geben. Die Lösung kann daher nicht aus den Tabletten hergestellt werden. Bei anderen Operationen am Gaumen hat man diese Vorsicht nicht nötig. Ein ganz anderes Gesicht hat durch die Lokalanästhesie und die Suprareninanämie die Exstirpation der Nasenrachenfibrome bekommen. Sie läßt sich fast ohne Blutung ausführen. Ich beschrieb oben (S. 276) einige Fälle, wo die temporäre Oberkieferresektion nach Kocher in Lokalanästhesie zur Entfernung solcher

Tumoren angewendet wurde. In einfacheren Fällen mit gut abgrenzbarem Stiel an der Schädelbasis kommt man aber durch eine einfache Spaltung des weichen Gaumens recht gut zum Ziel. Lokalanästhesie und Suprareninanämie schränken die Indikation zu jenen komplizierteren Voroperationen wesentlich ein. Ich erläutere dies durch eine schon in der 1. Auflage dieses Werkes mitgeteilte Krankengeschichte.

5. VII 1904. 18jähriger Mann mit breit der Schädelbasis aufsitzendem harten Fibrom des Nasenrachenraums. Beginn der Operation aus psychischen Gründen in Narkose am hängenden Kopf. Infiltration des harten und weichen Gaumens mit 0,1%iger Kokainlösung mit Suprareninzusatz. Dann wurde die Narkose weggelassen. Spaltung des weichen Gaumens in der Mittellinie ohne Blutung. Unter Leitung des in den Nasenrachenraum eingeführten Fingers wurde nun eine lange Hohlnadel durch das linke Nasenloch in die Ansatzstelle des Tumors eingestochen und die gleiche Lösung injiziert. Nach einigen Minuten ließ sich der Tumor ohne Blutung mit einer krummen Schere exzidieren. Naht des Gaumens. Tamponade des Nasenrachenraums und der Nase. Keinerlei Nachblutung. Heilung.

Ich habe noch zweimal große Nasenrachenfibrome auf diese Weise entfernt. Später injizierten wir natürlich ½%ige Novokain-Suprareninlösung anstatt der Kokainlösung.

11. Operationen an der Zunge, am Mundboden und an den Tonsillen.

Die vorderen zwei Drittel der Zunge und den Mundboden innerviert der N. lingualis, der durch Injektion an die Lingula (S. 249) leicht zu unterbrechen ist. Den hinteren Teil der Zunge, Tonsillengegend und Rachen versorgt der N. glossopharyngeus, den weichen Gaumen und vorderen Gaumenbogen der N. maxillaris und die Umgebung der Epiglottis der N. laryngeus sup.

Die Anästhesierung der Zunge und des Mundbodens allein durch Unterbrechung des N. lingualis gewährt nicht die hier ganz besonders wichtige Suprareninanämie, weshalb bei allen Operationen an diesen Teilen, ebenso wie am Gaumen und Pharynx, Infiltrationen und Umspritzungen nötig sind.

Hirschel hat kürzlich ein Verfahren mitgeteilt, wie der N. glossopharyngeus und N. vagus an der Schädelbasis unterbrochen werden kann. Er führte eine Hohlnadel zwischen dem Gelenkfortsatz des Unterkiefers und dem Warzenfortsatz am Proc. styloideus vorbei gegen den Condylus occipitalis 3—4 cm in die Tiefe und injizierte in diese Gegend 10—15 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. N. glosso-

pharyngeus, vagus und accessorius liegen an der Schädelbasis nahe beieinander in einem Bindegewebsspalt mit der V. jugularis int. und Carotis int. Die gelungene Unterbrechung des N. glossopharyngeus ist an der gleichzeitigen Rekurrenslähmung und Lähmung der vom N. accessorius versorgten Muskeln zu erkennen. Hirschels Verfahren muß auf seine Zuverlässigkeit und Gefahrlosigkeit geprüft werden. Bei Operationen in der Pharynx- und Tonsillengegend wird man aber die örtlichen Umspritzungen vorziehen, da man deren anämisierende Wirkungen braucht. Auch ist die Schmerzempfindlichkeit dieser Teile an und für sich nicht groß. Ich habe wenigstens bisher bei der Exzision von Tonsillen- und Pharynxkarzinomen nach temporärer Kieferspaltung oder vom Halse her die fehlende Unterbrechung des N. glossopharyngeus und vagus nicht vermißt. Ob der Vagusstamm nach Abgang des N. auricularis vagi noch Schmerzempfindungen vermittelt, ist sehr zweifelhaft. Die Hauptsache ist die Anästhesierung des zur Freilegung des Rachens erforderlichen Operationsfeldes. Die Rachenreflexe können durch Pinseln mit Alypin-Suprareninlösung beseitigt werden. Ist dann der Rachen erst einmal zugänglich, dann kann man leicht durch submuköse Injektion nachhelfen. Die Unterbrechung des N. laryngeus sup. ist im folgenden Kapitel beschrieben.

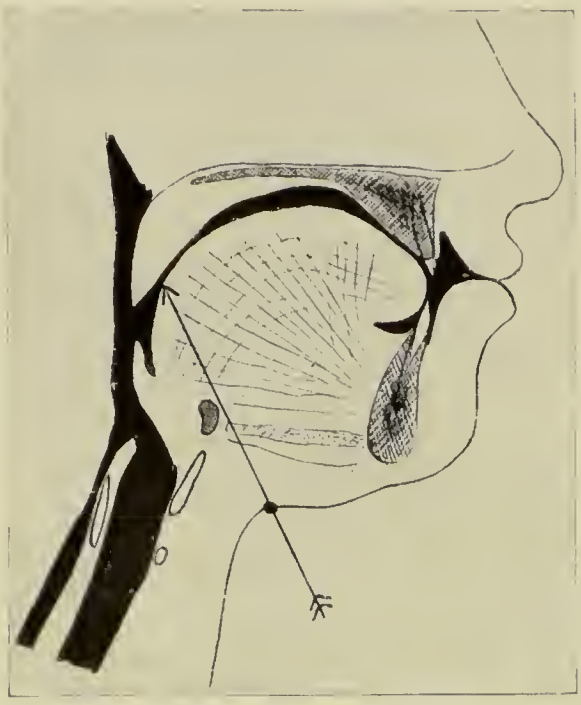


Fig. 96.
Infiltration des Zungengrundes.

Operationen an der Zunge ohne Voroperation.

Ich setze den Fall, es handle sich darum, einen kleinen Tumor aus dem vorderen Teil der Zunge oder vom Seitenrande zu exzidieren, oder eine Probeexzision zu machen. Man macht zu diesem Zweck mit einer feinen Hohlnadel eine Quaddel an der Oberfläche der Zunge (½%ige Novokain-Suprareninlösung), führt die Nadel durch die Zunge bis unter die Schleimhaut ihrer Unterfläche, injiziert hier wiederum etwas von der Lösung und zieht mit einer starken Nadel einen Fadenzügel an der anästhesierten Stelle durch, mit dem die Zunge vorgezogen und fixiert

werden kann. Man infiltriert rings um die erkrankte Stelle Zungenmuskulatur und Submukosa mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung und kann nun ohne Schmerz und Blutung Stücke aus der Zunge herausschneiden und die Wunde durch Naht vereinigen.

Ist die Erkrankung ausgedehnter, so lasse man sich auf diese Umspritzung nicht ein, sondern mache stets die ganze Zunge und den Mundboden durch folgendes Verfahren blutleer und anästhetisch. Man markiert durch Quaddel einen Einstichpunkt unter dem Kinn, in der Medianlinie, dicht über dem Zungenbein, und legt den linken Zeigefinger oberhalb der Epiglottis auf den Zungengrund, etwa, als wollte

Fig. 97.
Einstichpunkte für die Tonsillektomie nach Heymann.

Fig. 98. Umspritzungsfigur bei medianer Kieferspaltung.
3 Typischer Einstichpunkt über dem Zungenbein.

man die Kuhnsche Tubage ausführen. Man führt von dem genannten Einstichpunkt eine lange Hohlnadel der Fingerspitze entgegen (Fig. 96) und infiltriert, indem man die Hohlnadel in verschiedenen Richtungen, zuerst in der Medianlinie, dann mehr nach rechts und links, schließlich noch weiter seitlich vorschiebt, so daß sie den Unterkiefer trifft, so, daß Zunge und Mundboden durch eine infiltrierte Schicht gleichsam von ihrer Innervation und Gefäßversorgung abgetrennt sind. Man braucht hierzu annähernd 50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Zunge und Mundboden werden unempfindlich und blutleer. Nun kann man die Zunge vorziehen und die Operation vornehmen. Zentrale Injektionen an die Lingula sind nicht notwendig.

Kleinere Eingriffe am Mundboden.

Kleinere Zysten (Ranula) oder gutartige Tumoren des Mundbodens werden von außen, von einem unter dem Kinn gelegenen Einstichpunkt unter Leitung des im Munde liegenden linken Zeigefingers mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung umspritzt. Die großen medianen Zysten des Mundbodens, welche die Unterkinngegend vorwölben und besser von außen exstirpiert werden, operiert man nach doppelseitiger Unterbrechung des N. lingualis an der Lingula. Man hat dann nur noch das äußere Operationsfeld in der gewöhnlichen Weise zu umspritzen.

Die Lokalanästhesie bei der Tonsillektomie.

Bei der Tonsillotomie braucht man für gewöhnlich keine Anästhesierung, wohl aber für die von den Spezialisten jetzt wieder viel geübte Tonsillektomie. Man infiltriert zu diesem Zweck von einigen am vorderen und hinteren Gaumenbogen gelegenen Einstichpunkten (Fig. 97, nach Heymann) diese, sowie das lateral von der Tonsille gelegene Gewebe reichlich mit 10—15 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Zur Anästhesierung der Rachenmandel empfiehlt Ruprecht wiederholtes Auflegen von Wattetampons, die mit 10%iger Alypin-Suprareninlösung getränkt sind. Sie werden an die Sonde angedreht und durch den unteren Nasengang eingeführt.

Die großen Karzinomoperationen an Zunge, Mundboden und Tonsillengegend.

Man beginnt mit der beiderseitigen Unterbrechung des N. lingualis und alveolaris inferior an der Lingula (S. 249), und schließt die in Fig. 96 abgebildete Injektion an. Erstreckt sich das Operationsfeld in die Gaumenbögen, die Tonsillargegend, die seitliche Rachenwand, so wird hier mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung reichlich unter- und hinterspritzt. Die Unterbrechung des N. maxillaris ist gewöhnlich nicht notwendig. Es folgt nun die für die Voroperation nötige Anästhesierung. Sie ist für die quere Wangenspaltung S. 271 beschrieben. Fig. 98 dagegen zeigt die für die mediane Spaltung des Unterkiefers nötige äußere Umspritzung. Punkt 3 ist der schon für die Infiltration des Zungengrundes gebrauchte Einstichpunkt für die Zungenbasis. Für die Umspritzung braucht man etwa 30 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Nun kann man völlig schmerzlos und ungehindert durch die Blutung operieren. Peuckert und ich haben 13 auf diese Weise ausgeführte

Zungenexzisionen, Exstirpationen des Mundbodens im Zusammenhang mit Unterkieferstücken, Exstirpationen von Tonsillarkarzinomen beschrieben. Fig. 99 zeigt einen unserer Kranken während der Operation.

Was oben für die Oberkieferresektion gesagt worden ist, gilt in gleicher Weise für diese Operationen in der Mundhöhle. Sie haben unter der Lokalanästhesie ein gänzlich verändertes Aussehen bekommen, sie sind viel leichter und sauberer ausführbar als in Narkose, sie sind weniger eingreifend und weniger gefährlich geworden auch in bezug

Fig. 99. Exzision eines Karzinoms des Zungengrundes und der linken Tonsille. Der Unterkiefer ist gespalten, die Zunge nach rechts gezogen. Die Operation ist beendet. In der Tiefe ist die Epiglottis zu sehen.

auf die Schluckpneumonien. Bei den erwähnten 13 Kranken sind nur zweimal postoperative Lungenkomplikationen zu beobachten gewesen. Natürlicherweise wird durch die mit der Lokalanästhesie verbundene Suprareninanämie die Indikation zur medianen Kieferspaltung wesentlich eingeschränkt zugunsten der einfacheren queren Wangenspaltung. Ein großer Teil der Karzinomoperationen in der Mundhöhle, bei denen bisher die Spaltung des Unterkiefers als Voroperation nötig war, läßt sich jetzt ebenso zuverlässig mittels der queren Wangenspaltung ausführen.

12. Kapitel.

Operationen am Halse.

Die Vorderfläche des Halses ist ein ausgezeichnetes Objekt für die Lokalanästhesie. Über die Möglichkeit, große Halsoperationen aller Art in Lokalanästhesie ausführen zu können, haben Bier und Madelung berichtet. Bier hebt besonders die Strumektonie und die Kehlkopfexstirpation hervor. Madelung erklärt, daß er bei großen Halsoperationen aller Art, Strumektomien, Drüsenausräumungen, Kehlkopfresektionen und -exstirpationen, Resektionen des Pharynx und Ösophagus seit Jahren der Lokalanästhesie mit 1 % iger Novokain-Suprareninlösung den Vorzug gebe.

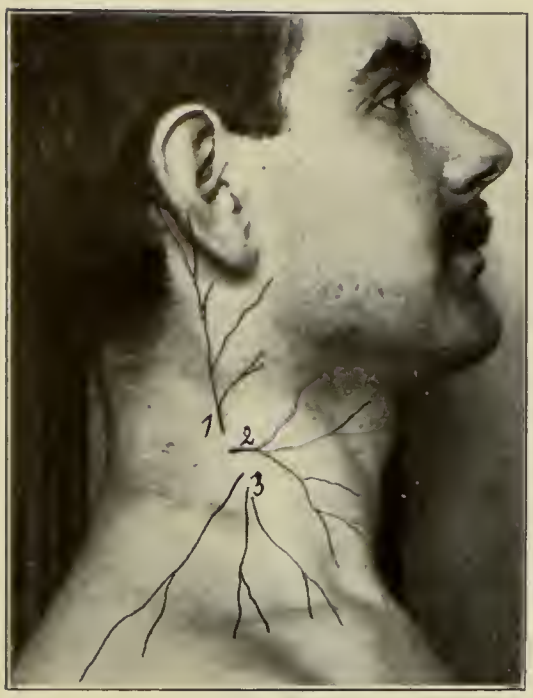


Fig. 100.
Die sensible Innervation des Halses.
1 N. auricularis magnus. 2 N. cutaneus colli. 3 N. N. supraclaviculares.

Die Weichteile der vorderen Halsseite sind innerviert von den Rami anteriores des zweiten, dritten und vierten Zervikalnerven, deren Endäste, N. auricularis magnus, N. cutaneus colli und N. N. supraclaviculares am hinteren Rande des Kopfnickers an die Oberfläche gelangen (Fig. 100). Schmerzempfindungen am Kehlkopf und Ösophagus werden aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls lediglich durch die Zervikalnerven vermittelt. Daß der Halsteil des N. vagus schmerzleitende Bahnen enthält, ist dagegen sehr unwahrscheinlich. Die Ösophagusschleimhaut besitzt überhaupt keine Schmerzempfindlichkeit.

Ein subkutaner bzw. subfaszialer Injektionsstreifen längs des hinteren Randes des Kopfnickers macht nur die Halshaut unempfindlich, was praktisch ohne Bedeutung ist. Eine vollständige Anästhesie im Gebiet der genannten Nerven erhält man dagegen, wenn man sie in der Nähe ihrer Austrittsstelle aus der Wirbelsäule zu treffen sucht.

Kappis (XVI, 15, 16) hat kürzlich mitgeteilt, daß es ihm gelungen sei, die Zervikalnerven unmittelbar an ihrer Austrittsstelle aus dem Sulkus der Halswirbel zu unterbrechen und dadurch den ganzen Plexus

cervicalis und brachialis zu anästhesieren. Er führt die Hohlnadel von hinten seitlich neben den Dornfortsätzen ein bis auf die Querfortsätze der Halswirbel und an ihnen vorbei noch 1—1½ cm nach vorn und injiziert 1½% ige Novokain-Suprareninlösung.

Bei Halsoperationen verfahre ich schon seit langer Zeit, einer Anregung Heidenhains folgend, in der Weise, daß ich von der Seite her einsteche und die Umgebung der Querfortsätze des 3.—5. Halswirbels, wo die in Betracht kommenden Nerven ziemlich zusammenliegen, ausgiebig mit ½% iger Novokain-Suprareninlösung infiltriere. Dies geschieht folgendermaßen. Die auf die Seitenfläche des Halses projizierte Querfortsatzlinie der Halswirbel beginnt oben unmittelbar hinter der Spitze des Warzenfortsatzes und entfernt sich dann vom hinteren Rand des Kopfnickers, mit ihm einen spitzen Winkel bildend. Unter dem Warzenfortsatz fühlt man den Querfortsatz des Atlas, weiter unten in der Regel den Querfortsatz des sechsten Halswirbels (Tuberculum caroticum). Damit ist die Querfortsatzlinie gegeben, in ihr sollen die beiden Einstichpunkte a und b liegen (Fig. 101), der obere hinter dem Kieferwinkel, etwa in der Verlängerung des unteren Kieferrandes, der andere ungefähr in der Höhe des Pomum Adami. Von diesen beiden Punkten führt man die Hohlnadel bis auf die Querfortsätze der Halswirbel, welche man mit der Hohlnadel fühlen muß, und infiltriert die ganze, durch die Einstichpunkte, die Querfortsätze und die Haut begrenzte Gewebsschicht nach dem Schema Fig. 27, S. 217 typisch ausgiebig mit ½% iger Novokain-Suprareninlösung, von der man 30—40 ccm nötig hat. Man kommt bei dieser Injektion mit den Halsgefäßen nicht in Kollision. Neben ihr sind jedoch immer noch das Operationsfeld abgrenzende Umspritzungen

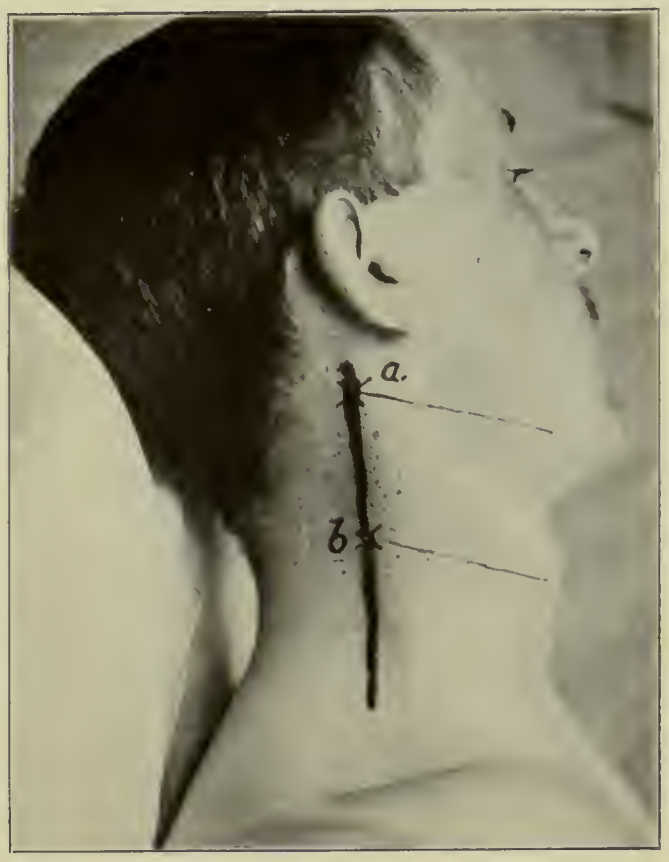


Fig. 101.
Die Querfortsatzlinie am Halse.
a, *b*, Einstichpunkte.

nötig. Bei doppelseitiger Ausführung der Injektion gewinnt man auf diese Weise vollständige Anästhesie aller Organe an der Vorderfläche des Halses. Wo erforderlich, ist noch der N. laryngeus sup. zu unterbrechen (s. u.). Wenn sich das Operationsfeld nach oben in das Gebiet des Trigeminus III erstreckt, ist die beiderseitige Injektion an die Lingula oder die direkte Infiltration des Mundbodens hinzuzufügen.

Hieraus ergibt sich also ein ganz bestimmter Anästhesierungstypus für alle größeren Halsoperationen. Die beschriebene Injektion auf die Querfortsätze bildet immer die Grundlinie für alle Umspritzungsfiguren.

Die Exstirpation von Lymphdrüsen und Tumoren am Halse.

Wir beginnen mit der ausgedehntesten, die größten Anforderungen an die Anästhesierung stellende Operation, der typischen Totalausräumung des Halsfetts mit allen unter dem Kieferrande und längs der großen Gefäße liegenden Lymphdrüsen und der submaxillaren Speicheldrüsen als Voroperation vor Karzinomoperationen an der Unterlippe und in der Mundhöhle.

Fig. 102 zeigt die Umspritzungsfigur für einseitige und doppelseitige Ausführung. ab und cd sind die auf die Querfortsätze der Halswirbel sich erstreckenden Injektionsstreifen. Im übrigen wird das Operationsfeld subfaszial und subkutan ziemlich parallel zur Hautoberfläche oberflächlich mit langen Hohlnadeln umspritzt. Die am Kieferrande liegenden Einstichpunkte werden zur Infiltration des Mundbodens benutzt, da man hier in das Gebiet des Trigeminus III gelangt, wenn die submaxillare Speicheldrüse entfernt werden soll. Man braucht im ganzen 100—125 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Kranken merken meist gar nichts von der Operation, welche durch die Suprareninanämie ganz erheblich erleichtert und beschleunigt wird. Fig. 103 zeigt einen unserer Kranken nach einseitiger, Fig. 104 einen solchen nach doppelseitiger Drüsenausräumung. Störungen von seiten des N. phrenicus haben wir bei doppelseitiger Injektion an die Querfortsätze der Halswirbel nicht gesehen, die Möglichkeit, daß solche einmal entstehen können, läßt sich theoretisch nicht von der Hand weisen. Von Interesse ist, daß die Resektion des N. vagus, der ja bei unserer Injektion mit dem Anästhetikum nicht in Berührung kommt, keinerlei Schmerzempfindung auslöst, wie ich in einem Falle feststellen konnte.

Schwierigkeiten bietet dem beschriebenen Anästhesierungsverfahren nur die Exstirpation von Lymphdrüsenpaketen und Tumoren,

welche nach hinten, über den hinteren Kopfnickerrand und die Querfortsatzlinie hinaus sich entwickelt haben und den Plexus cervicalis von der Seite her bedecken. In solchen Fällen wird die Injektion neben die Querfortsätze von hinten nach Kappis den gewünschten Erfolg haben. Natürlich muß der ganze Tumor noch außerdem umspritzt werden.

Einzelne ganz umschriebene und bewegliche Tumoren oder Lymphdrüsenpakete können nach dem Schema Fig. 28, S. 218 pyramidenförmig umspritzt werden, falls man dabei nicht mit den großen Gefäßen in Konflikt kommt. Die Injektion unter den Tumor erleichtert man sich durch Emporheben desselben.

Ich lasse nun zunächst eine Anzahl von Operationen folgen, wo die Umspritzungsfigur gleichsam einen Ausschnitt aus derjenigen für die ganze Vorderfläche des Halses darstellt.

Fig. 102.
Umspritzungsfigur für Halsoperationen.

Die Unterbindung der Carotis externa oder A. thyreoidea superior.

Die Grundlage der Injektion bildet die Infiltration eines Gewebsstreifens in der Querfortsatzlinie (Fig. 105). Das Operationsfeld wird darnach in rechteckiger oder dreieckiger Form subfaszial und subkutan mit langen Nadeln umspritzt. Die Form der Umspritzung richtet sich natürlich nach der gewählten Schnittführung.

Die Unterbindung der Carotis communis oder der A. thyreoidea inferior.

Ich unterbinde beim Basedow regelmäßig die A. thyreoidea inf. extrakapsulär nach de Quervain. Die Umspritzungsfigur, die ich anwende, zeigt eine ähnliche Form wie Fig. 105, liegt aber entsprechend weiter abwärts. Die Hauptsache ist auch hier die Infiltration der Querfortsatzlinie.

Die Pharyngotomia suprahyoidea.

Die Pharyngotomia suprahyoidea führte ich einmal einseitig aus zur Exstirpation eines Spindelzellensarkoms, welches submukös unterhalb der linken Tonsille im Hypopharynx gelegen war. Die Umspritzungsfigur entsprach dem linken oberen Viertel der Fig. 102. Auch der Mundboden wurde von dem am Kieferrande gelegenen Einstich-

Fig. 103. Ausräumung der submentalen und der linksseitigen Halslymphdrüsen und der linken submaxillaren Speicheldrüse bei Karzinom des Zungengrundes und der linken Tonsille in Lokalanästhesie. Die V. jugularis int. ist reseziert.

Fig. 104. Totale Ausräumung der Halslymphdrüsen und submaxillaren Speicheldrüsen bei Zungenkarzinom in Lokalanästhesie.

punkt infiltriert, da man bei dieser Operation oben in das Trigeminusgebiet gelangt. Die Operation war absolut schmerzlos und blutleer.

Die Strumektomie.

Man braucht fünf, bei größeren Strumen sechs Einstichpunkte, deren Lage sich aus den Abbildungen Fig. 106 und Fig. 107 ergibt. Die Punkte 1 und 2 entsprechen der Querfortsatzlinie und dienen zur Infiltration bis auf die Querfortsätze. Im übrigen werden mit langen Nadeln die einzelnen Punkte durch subfasziale und subkutane In-

jektionsstreifen verbunden. In der Linie 3—4—5 müssen diese subfaszialen Injektionen etwas reichlicher ausgeführt werden, um die Innervation von der anderen Seite zuverlässig auszuschalten. Man braucht 75—125 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung, je nach der Größe des Operationsfeldes. Wenn beide Schilddrüsenhälften gleichzeitig angegriffen werden sollen, so geschieht die Injektion ganz nach dem Schema Fig. 102. Nur braucht man natürlich oben nicht bis an den Unterkieferrand zu gehen. Die Querfortsatzlinie wird beiderseits infiltriert.

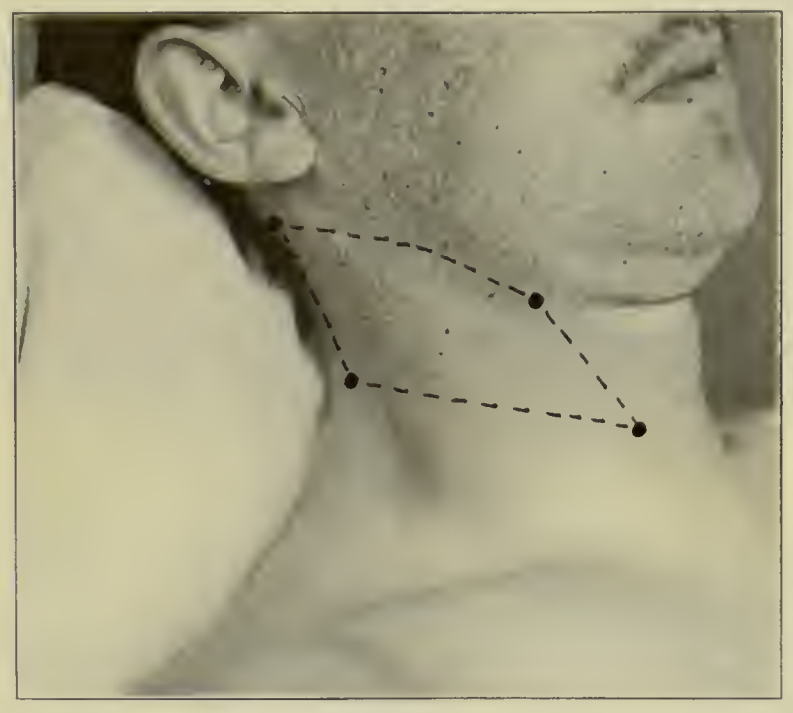


Fig. 105.
Injektion zur Unterbindung der A. thyreoidea sup. oder Carotis externa.

Diese Verfahren haben vor der von Hackenbruch beschriebenen Umspritzung dicht am Tumor den großen Vorzug, daß man weder mit den großen Halsgefäßen noch mit den Kropfvenen in Kollision kommen kann, und daß sie bei malignen Strumen ebensogut verwendbar sind.

Wir geben ängstlichen Kranken, wie Bier, meist Skopolamin-Morphium. Hackenbruch bereitet mit 20—30 Tropfen Opiumtinktur vor, weil präoperative Morphiumgaben nach seiner Erfahrung bei Strumektomien leicht Erbrechen erregen, was auch Axhausen beobachtet hat. Verständige Patienten brauchen kein Narkotikum, da die Operation keine Schmerzen verursacht.

Fig. 107.

Fig. 106.
Strumektomie (Exzision des rechten Lappens und Isthmus.)

Ich bin mit der Lokalanästhesie bei der Strumektomie so lange sehr zurückhaltend gewesen, bis ich anfing, die Strumen in der angegebenen Weise, die auch schon in der letzten Auflage dieses Werkes beschrieben ist, zu umspritzen. Mit der bis dahin von manchen Chirurgen geübten unvollständigen Anästhesierung konnte ich mich nicht befreunden.

Von 1908 bis 1911 sind im Krankenstift Zwickau 157 Strumen operiert worden, ohne Ausnahme in Lokalanästhesie. Den größten Dienst

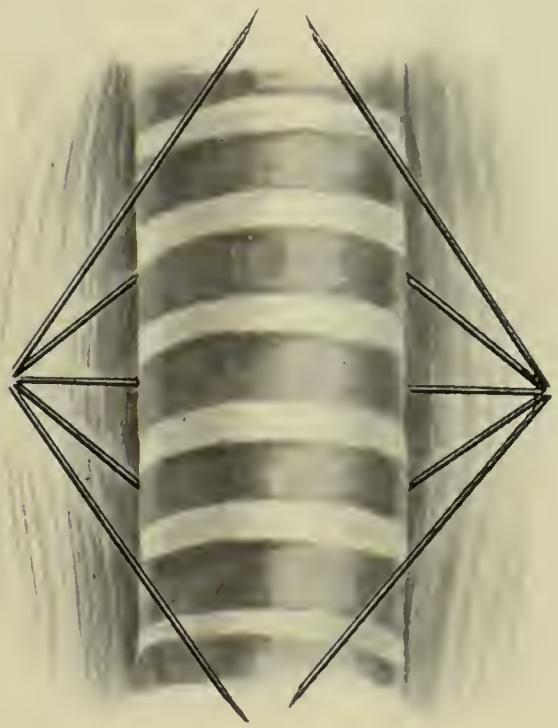


Fig. 108.
Injektionsschema für die Tracheotomie. (Nach Most.)

leistete mir die Lokalanästhesie einmal bei einer endothorakischen Struma. Ich legte in Lokalanästhesie den oberen Pol des Tumors in der Oberschlüsselbeingrube frei und forderte den Kranken auf, zu husten. Mit wenigen Hustenstößen hustete er sich nun unter geringer Nachhilfe durch Zug von oben und Lösen einiger Bindegewebsstränge buchstäblich einen 390 g schweren, ganz im Thorax verborgenen Kropf aus der oberen Thoraxapertur heraus. Darüber, daß sowohl für die gewöhnlichen wie für die Basedowstrumen die Lokalanästhesie das bei weitem beste Anästhesierungsverfahren darstellt, kann heutzutage ein Zweifel nicht mehr bestehen.

Die Tracheotomie.

Zur Ausführung der Tracheotomie markiert man zwei Einstichpunkte rechts und links von der Trachea und umspritzt von ihnen aus muldenförmig nach dem Schema Fig. 29, S. 219 das Operationsfeld. Most gibt hierzu eine hübsche Zeichnung, welche in Fig. 108 wiedergegeben ist. Die Vermeidung der Narkose ist von Wichtigkeit bei Kranken, die an einer Trachealstenose leiden. Deshalb soll die Lokalanästhesie tunlichst vorgezogen werden. Kleinere Kinder sind leider häufig so unruhig, daß man die Narkose nicht entbehren kann. In eiligen Fällen wird man sich am besten mit der einfachen Infiltration der Schnittlinie begnügen.

Operationen im Kehlkopf.

Auf die umwälzende Bedeutung der Einführung des Kokains für die Laryngologie ist schon zu wiederholten Malen hingewiesen worden. Die Anästhesierung der Kehlkopfschleimhaut geschieht gewöhnlich durch Bestreichen mittels eines armierten, in 10—20%ige Kokainlösung getauchten Watteträgers, wobei das Herunterfließen überschüssiger Kokainlösung in Trachea und Ösophagus möglichst zu vermeiden ist. Nach der Pinselung läßt man den Kranken husten und ausspucken. Die Kokainisierung muß meist mehrfach wiederholt werden, um für genügend lange Zeit Aufhebung der Reflexe der Kehlkopfschleimhaut und Toleranz beim Einführen von Instrumenten zu erzielen. Das ist hier die Hauptsache, weniger wichtig ist die Aufhebung der an sich offenbar sehr geringen Schmerzempfindlichkeit der Schleimhaut. Die Pinselung ist sehr unangenehm für die Kranken. Viele Laryngologen ziehen daher vor, ein kleines Quantum der Kokainlösung mittels eines für diesen Zweck konstruierten kleinen Sprayapparates oder mittels einer kleinen Spritze in den Kehlkopf zu bringen. Die Anwendung der Spritze hat nach M. Schmidt den Vorteil, daß man die einzuführende Kokainmenge genau dosieren kann. Die Wirkung der Kokainisierung hält 5—10 Minuten an, viel länger aber bei Anwendung von Suprarenin. Nach Seifert und Ruprecht ist Alypin in 10%iger Lösung mit Suprareninzusatz ein vorzügliches Ersatzmittel für Kokain.

Die sensible Innervation des Kehlkopfes geschieht in der Hauptsache, wenigstens oberhalb der Stimmbänder, durch den Ramus internus des N. laryngeus superior. Dieser Nerv tritt unmittelbar unter dem hinteren Ende des großen Zungenbeinhorns unter den vorderen Rand

dieses Knochens, läuft ein kleines Stück auf der Membrana thyreohyoidea nach vorn und durchbohrt sie dann, um sich in der Schleimhaut des Kehlkopfes, des Sinus pyriformis und der benachbarten Teile der Pharynxschleimhaut zu verästeln. Wesentlich motorisch sind die beiden anderen in den Kehlkopf eintretenden Nerven, der Ramus externus des N. laryngeus sup. und der N. recurrens.

Die schon vor langer Zeit (S. 12 und 49) versuchte Anästhesierung des Kehlkopfs durch beiderseitige Leitungsunterbrechung des Ramus int. des N. laryngeus sup. bietet seit der Einführung des Suprarenins keine Schwierigkeiten mehr. Schon beim ersten, von mir im Jahre 1903 vorgenommenen Versuch trat eine so vollständige Anästhesie ein, daß der Operateur (Viereck) ein Kürettement des tuberkulösen Kehlkopfs vornehmen konnte. Nach Viereck, der die Versuche fortsetzte, erstreckt sich die Anästhesie stets auf den Kehldeckel und das ganze obere Kehlkopfinnere bis zur Glottis, ist aber unterhalb der Glottis nicht immer vollkommen. Weitere günstige Berichte liegen vor von Frey, Chevrier und Cauzard, Kuttner.

Fig. 109.
Laryngotomie und Laryngektomie.

Die Ausführung der Unterbrechung ist überaus einfach. Man sticht eine Hohlnadel mittlerer Länge in der Mittellinie zwischen Schildknorpel und Zungenbein unter die Haut, hierauf in das Lig. thyreohyoideum, führt sie in diesem bis in die Nähe des großen Zungenbeinhorns vor, welches man sich durch einen aufgelegten Finger kennzeichnet, und infiltriert das Ligament jederseits mit 5 ccm ½%iger oder 1%iger Novokain-Suprareninlösung. Die Kehlkopfschleimhaut wird zugleich infolge der Kontraktion der unter dem Einfluß des Suprarenins stehenden A. laryngea sup. anämisch.

Die Laryngotomie und Laryngektomie.

Fig. 109 erläutert die Ausführung der für diese Operationen nötigen Injektion. Punkt 1 liegt unterhalb des unteren Endes des beabsichtigten Hautschnittes bzw. unterhalb einer etwa bereits vorhandenen Tracheotomiewunde, Punkt 2 und 6 neben dem Kehlkopf, Punkt 3 und 5 jederseits unter dem lateralen Ende des großen Zungenbeinhorns, Punkt 4 median unter dem Kinn. Man injiziert zuerst, wie eben beschrieben, entweder vom Punkt 3 und 5 oder auch von einem medianen weiteren Einstichpunkt beiderseits je 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in das Lig. thyreohyoideum. Es folgen tiefe Injektionen ½%iger Novokain-Suprareninlösung von den Punkten 1, 2, 3, 5, 6, welche Kehlkopf und Trachea nach Analogie der Fig. 108 muldenförmig einschließen. Den Schluß bildet zirkuläre subkutane Umspritzung von einem Einstichpunkt zum anderen. Man braucht im ganzen gegen 100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Diese Kehlkopfoperationen haben dank der beschriebenen Lokalanästhesie gleich den Kieferresektionen und Zungenoperationen einen ganz anderen Charakter bekommen und haben eigentlich ihre ganze Schwierigkeit verloren, wobei die Suprareninanämie eine sehr wesentliche Rolle spielt.

Bei unbegrenztem Operationsfeld, also namentlich dann, wenn ein Kehlkopfkarzinom den Kehlkopf durchbrochen hat und gleichzeitig Drüsenausräumungen vorzunehmen sind, muß man von derartigen Injektionen in der nächsten Umgebung des Kehlkopfes ganz absehen, muß die ganze Vorderfläche des Halses nach Fig. 102 unempfindlich machen und außerdem das Lig. thyreohyoideum infiltrieren.

Die Pharyngotomia subhyoidea.

Die Pharyngotomia subhyoidea habe ich dreimal zur Entfernung von Karzinomen am Kehlkopfeingang und dessen Umgebung in Lokalanästhesie ausgeführt. Die Membrana thyreohyoidea wurde mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Von zwei am Vorderrande des M. sternocleidomastoideus gelegenen Einstichpunkten aus wurde ferner das Operationsfeld in Form eines quergestellten Rhombus mit der gleichen Lösung umspritzt. Nach der Eröffnung des Pharynx wurden die Tumoren stets noch besonders umspritzt.

13. Kapitel.

Die Operationen an der Wirbelsäule und am Brustkorb.

Die Innervation.

Die aus den Intervertebrallöchern der Brustwirbel austretenden N. N. thoracales geben bald nach ihrem Austritt Verbindungszweige, Rami communicantes, zum N. sympathicus ab und teilen sich dann in ihre vorderen und hinteren Äste. Letztere begeben sich zu den Rückenmuskeln und innervieren die Rückenhaut rechts und links von der Mittellinie. Die vorderen Äste, die N. N. intercostales, verlaufen anfangs ungefähr in der Mitte der Zwischenrippenräume, in der Nähe des Rippenwinkels nähern sie sich dem unteren Rande der benachbarten oberen Rippe. Sie liegen anfangs unmittelbar der Fascia endothoracica und der Pleura auf, in der Nähe des Rippenwinkels gelangen sie zwischen M. intercostalis externus und internus. Ihr weiterer Verlauf ist aus den Abbildungen Fig. 110—112 zu ersehen. Die Lumbalnerven liegen zwischen den Querfortsätzen der Lendenwirbel, vor dem die Querfortsätze verbindenden M. intertransversarius, umgeben von den Ursprüngen des M. psoas. Die für die Innervation der vorderen Bauchwand wichtigen N. ileohypogastricus und ileoinguinalis aus D_{12} und L_1 laufen ebenso wie der zwölfte Interkostalnerv auf der Vorderfläche des M. quadratus lumborum, zwischen dieser und der Nierenfettkapsel nach außen und begeben sich dann zwischen die queren und schrägen Bauchmuskeln.

Vom zweiten Lendennerven an nehmen die austretenden Nervenstämme einen so stark nach abwärts gerichteten Verlauf an und liegen den Wirbelkörpern so dicht an, daß man sie nur durch Injektionen unmittelbar am Wirbelkörper treffen kann.

Die Interkostalnerven und der erste Lendennerv besorgen die sensible Innervation der Brustwand einschließlich der Pleura parietalis und der vorderen Bauchwand einschließlich des Peritoneum parietale. Die mittleren Interkostalnerven anastomosieren im Anfangsteil nicht untereinander, der erste und zweite Interkostalnerv schickt unmittelbar nach seinem Austritt Zweige zum Plexus brachialis, der zwölfte Interkostalnerv solche zum ersten Lendennerv. Die sensiblen Hautterritorien der

Interkostalnerven greifen so reichlich ineinander über, daß die zentrale Unterbrechung eines einzelnen von ihnen in der Regel keine erkennbare Veränderung der Hautsensibilität verursacht, und zwar scheint das Übergreifen hauptsächlich von den höheren Segmenten auf die tieferen zu erfolgen, so daß bei zentraler Unterbrechung einer größeren Anzahl von Interkostalnerven die Hautanästhesie erst zwei Segmente tiefer beginnt.

Am oberen Ende des Brustkorbs, in der Infraklavikulargrube, am oberen Rande des Schulterblattes, in der Achselhöhle, beteiligen sich

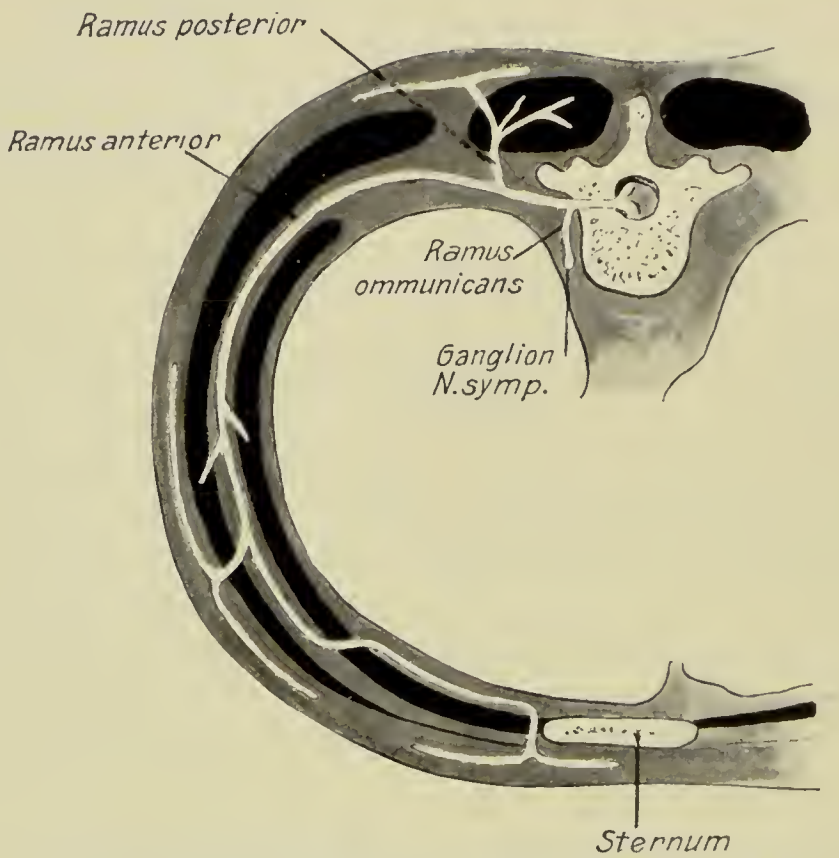


Fig. 110. Schema des Verlaufs der Interkostalnerven nach Corning.

Endäste des Plexus cervicalis und brachialis an der sensiblen Innervation. Die N. N. supraclaviculares sind subkutan gelegen, kreuzen das Schlüsselbein und die Schulterblattgräte und innervieren die Haut, vorn manchmal bis zur Brustwarze herunter.

Die paravertebrale Leitungsanästhesie.

Wir wollen hier kurz im Zusammenhang die schon S. 302 einmal erwähnten Versuche besprechen, Leitungsanästhesie durch Injektionen an die Foramina intervertebralia hervorzurufen. Die Idee stammt von Sellheim (1905), welcher den 8.—12. Interkostalraum, sowie den N.

ileohypogastricus und ileoinguinalis an ihren Austrittsstellen aus der Wirbelsäule zur Ausführung von Bauchoperationen unterbrechen wollte und genaue Vorschriften für die Nadelführung gab. Darnach sticht man die Hohlnadel 2—3 cm seitlich von der Interspinallinie ein, bis man auf den Wirbelbogen gelangt, gleitet mit der Nadelspitze lateralwärts über den Rand des Wirbelbogens zwischen zwei Querfortsätzen noch 1—2 cm tiefer und trifft an der Hinterfläche des Wirbelbogens die aus dem Wirbelloch austretenden Nerven. Sellheims Versuche waren zwar nicht ganz erfolglos, scheiterten aber an der Unmöglichkeit, mit den damals vorhandenen anästhesierenden Mitteln ausreichende Wirkungen zu erzielen.

Erfolgreicher waren die Versuche Läwens, der das Verfahren „paravertebrale Leitungsanästhesie" nannte und 1911 über Leistenbruchoperationen und eine Nephrotomie (s. 15. Kap.) nach Unterbrechung der unteren Dorsalnerven und der Lendennerven berichtete, und Finsterers, der es zur Ausführung größerer Operationen im unteren Teile des Abdomens brauchte (s. 14. Kap.). Läwen schaltete den zwölften Interkostalnerven und ersten bis dritten bzw. vierten Lendennerven aus. Er stach die Hohlnadel 4 cm lateral vom obersten Winkel der Dornfortsätze ein, ging zwischen die Querfortsätze ein, wendete die Nadel etwas nach innen und injizierte je 10 ccm 1%ige Novokainbikarbonatlösung. Finsterer injizierte D_{11-12} und L_{1-3}. Der Einstichpunkt lag 3—3½ cm nach außen von der Medianlinie. Die Nadel wurde über den oberen Rand der Querfortsätze und noch 1—1½ cm tiefer geführt und nun fächerförmig die Injektion von je 5 ccm 1%iger Novokain-Suprareninlösung vorgenommen.

Es hat sich gezeigt, daß die Injektion unmittelbar an das Foramen intervertebrale gefährlich ist (Kappis, Franke), weil die Lösung epidural in den Wirbelkanal eindringen und auch die Dura angestochen werden kann. Schwere Kollapse waren die Folge dieses Umstandes. Man muß deshalb die Nerven in einiger Entfernung von ihrer Austrittsstelle zu treffen suchen, wie das ja auch bei der Nadelführung von Läwen und Finsterer schon der Fall ist.

Umfangreichere Versuche mit diesem Verfahren hat Kappis in der Kieler Klinik angestellt. Über sein Verfahren, das Anästhetikum vor und neben die Querfortsätze der Halswirbel zu injizieren, ist S. 302 berichtet worden. Die Injektionstechnik für den 1.—12. Dorsalnerven und 1.—4. Lendennerven beschreibt Kappis folgendermaßen.

Der Einstich liegt 3½ cm von der Mittellinie entfernt. In 4—5 cm Tiefe trifft man auf die Rippe bzw. den Querfortsatz. Die Nadelspitze

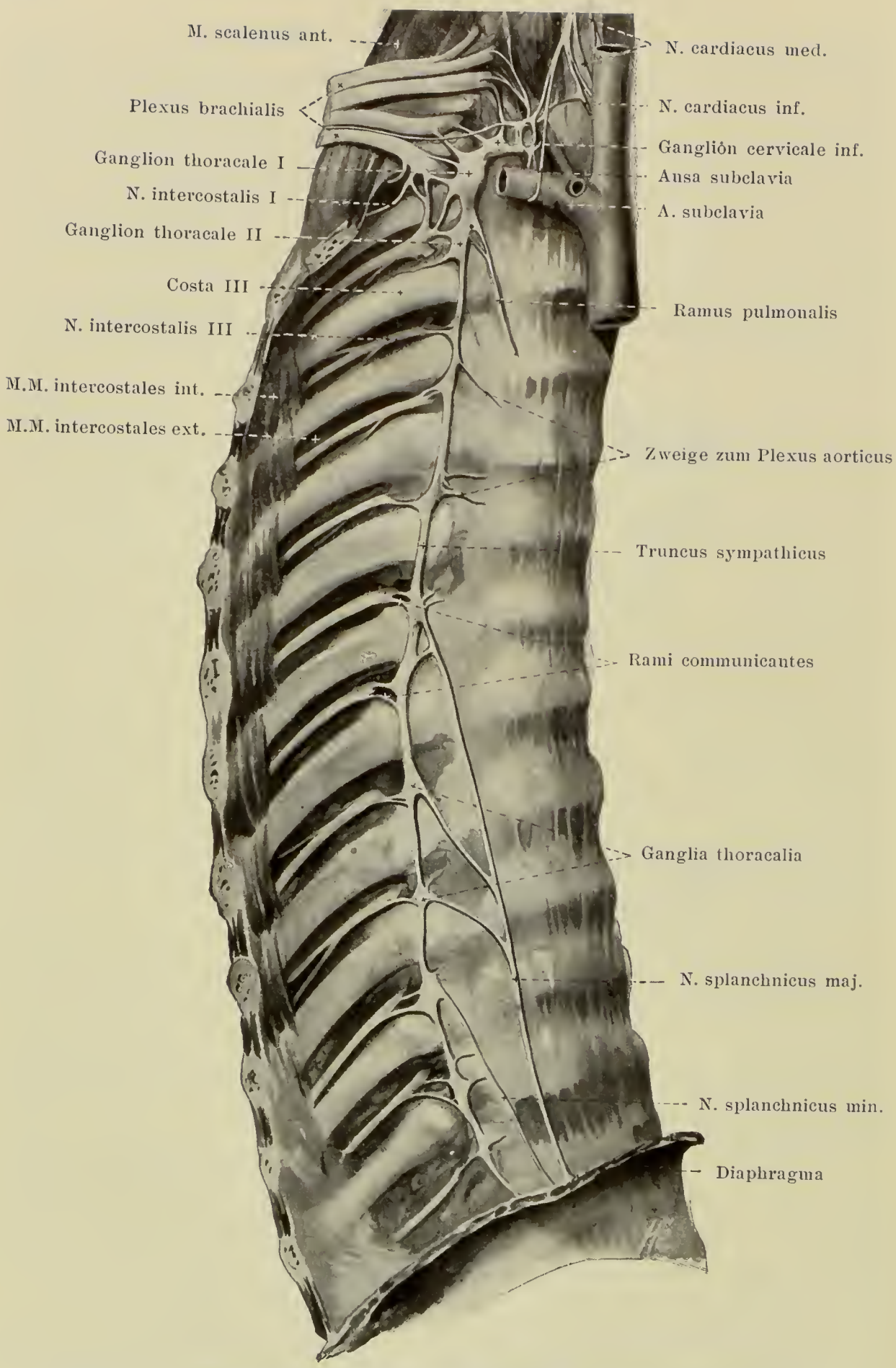


Fig. 111. Interkostalnerven und N. sympathicus. (Nach Spalteholz.)

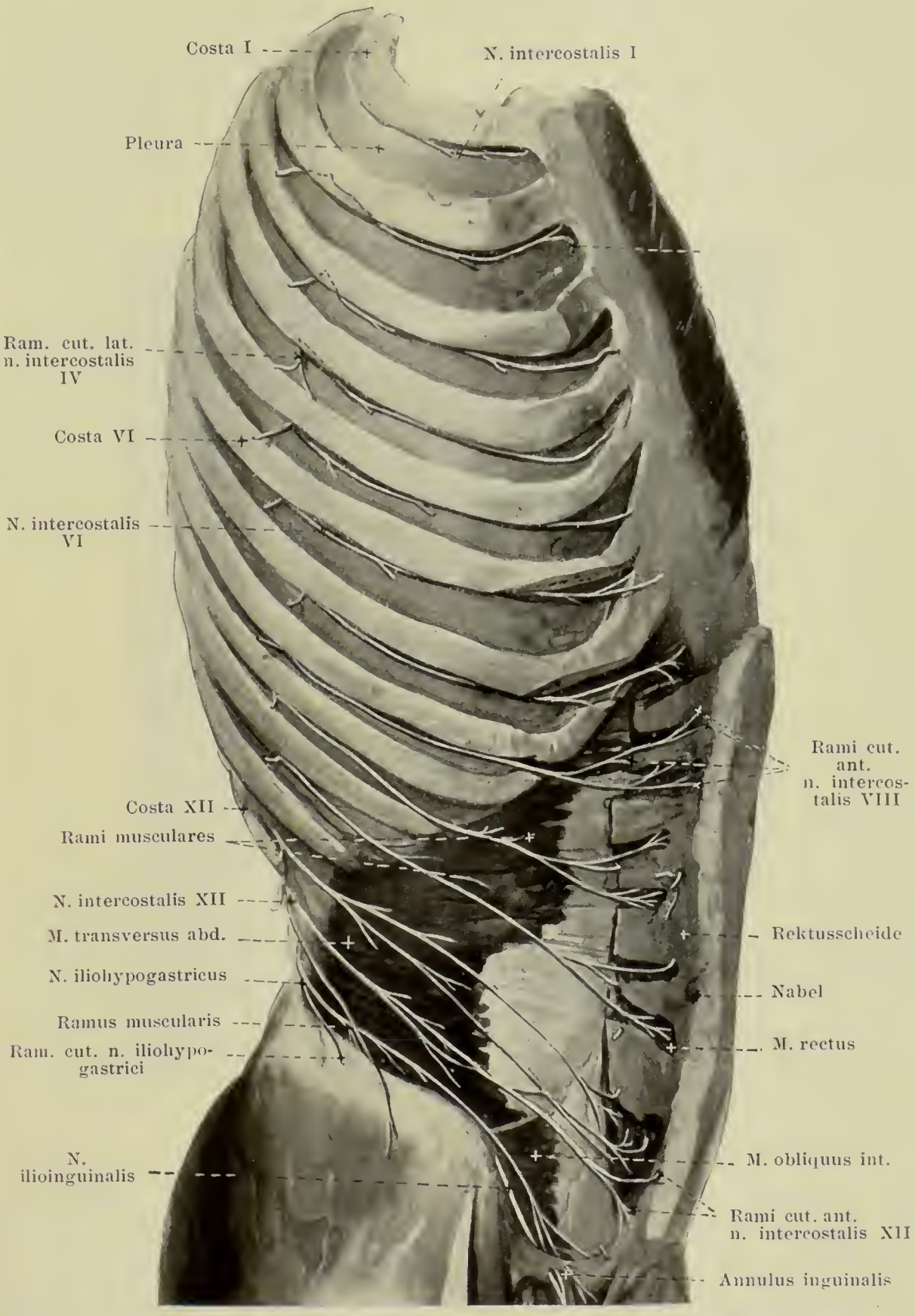


Fig. 112. Verlauf der Interkostalnerven. (Nach Spalteholz.) (Die M. M. intercostales und obliqui abd. sind weggenommen.)

wird am unteren Knochenrand vorbeigeführt. Wenn das geschehen ist, wendet man die Nadel im Winkel von 20—30° medianwärts, schiebt sie noch 1—1½ cm tiefer und injiziert jetzt auf diesem Wege 5 ccm 1½%ige Novokain-Suprareninlösung. Außer für Thoraxoperationen ist das Verfahren für Nierenoperationen (D_8 bis L_1, einseitig) geeignet, welche nach Kappis regelmäßig in Lokalanästhesie ausgeführt wurden.

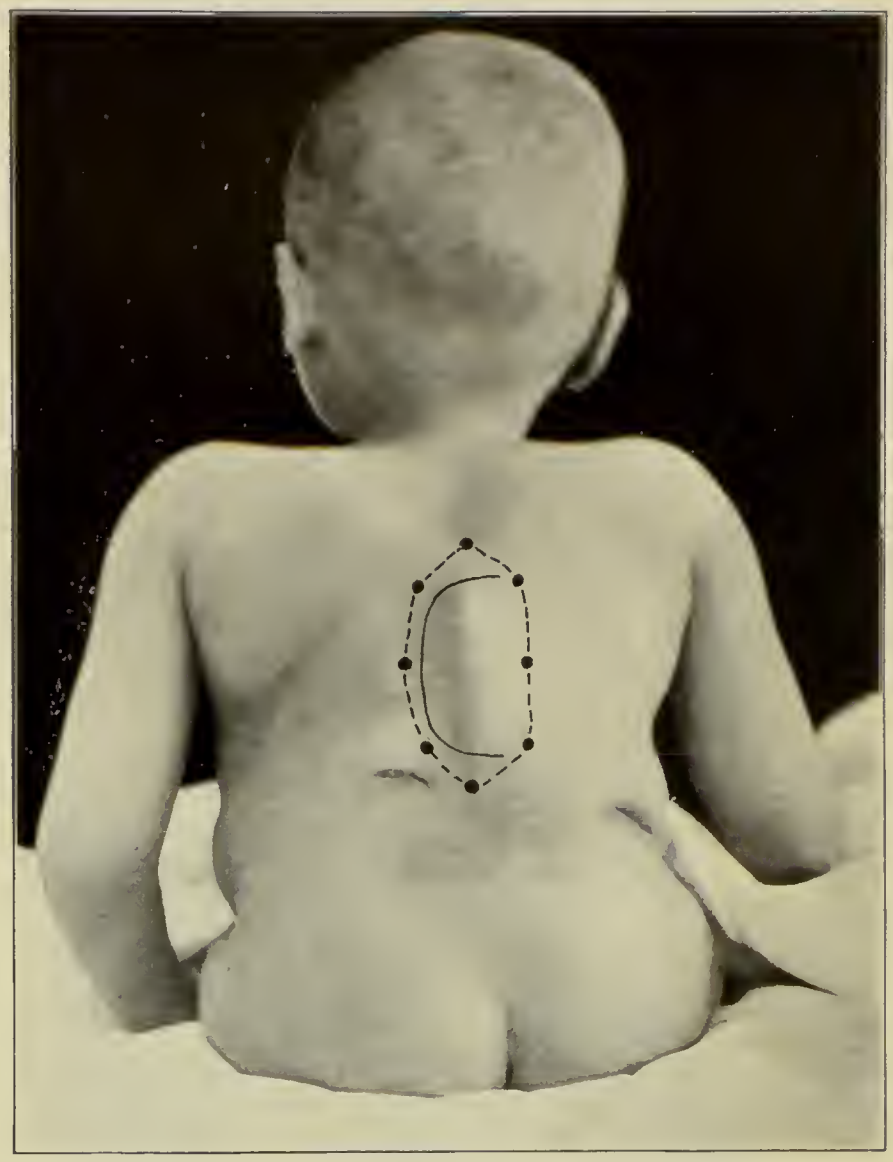


Fig. 113. Injektion zur Laminektomie.

Nach doppelseitiger Unterbrechung von D_{5-12} und L_{1-3}, wozu also 22 Einstichpunkte und 110 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung nötig sind, konnte eine große Zahl von Laparotomien (Magenoperationen und Gallenwegeoperationen) schmerzlos ausgeführt werden. Ich werde auf diese Methode bei Besprechung der Bauch- und Nierenoperationen zurückkommen.

Operationen an der Wirbelsäule.

Für die Ausführung der Laminektomien ist die Anwendung der Lokalanästhesie hauptsächlich wegen der mit ihr verbundenen Blutleere des Operationsfeldes von der allergrößten Bedeutung (Braun). Wie die Operationen im Gebiet des N. trigeminus, so gewinnen auch die Operationen an der Wirbelsäule nach Injektion von Novokain-Suprareninlösung einen völlig veränderten Charakter. Sie sind fast ohne Blutung zu machen, die Kranken kommen in einem ganz anderen, wesentlich besseren Zustande vom Operationstisch, als man das bisher zu sehen gewohnt gewesen ist. Bei keiner Laminektomie oder Förster-schen Operation hat man noch den sehr unangenehmen Notbehelf der zweizeitigen Ausführung nötig. Denn eingreifend sind diese Operationen kaum noch zu nennen. Ich konnte die Förstersche Operation selbst bei einer recht korpulenten älteren Frau mit spastischer Spinal-

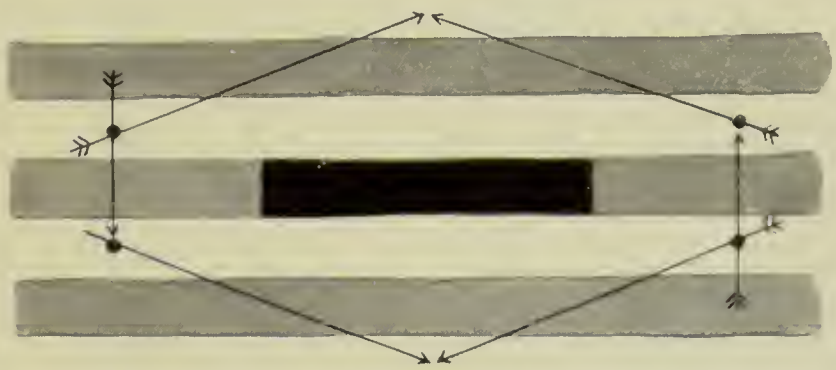


Fig. 114. Schema zur Rippenresektion wegen Empyem.

paralyse einzeitig ohne sichtliche Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens ausführen. Ich habe bei Laminektomien stets in einzelnen Phasen der Operation etwas Narkose zu Hilfe genommen, bei der Försterschen Operation ist das wohl auch kaum anders möglich, wenn man nicht intradurale Injektionen machen will. Die einfachen Laminektomien zur Entlastung des Rückenmarks können nach Heidenhain und Krause häufig ganz ohne Narkose ausgeführt werden.

Ich gehe bei der Laminektomie ungefähr folgendermaßen vor (Fig. 113). Man markiert eine Anzahl von Einstichpunkten, welche das Operationsfeld einschließen. Letzteres muß so groß bemessen werden, daß man in keiner Weise beschränkt ist. Es empfiehlt sich nun, zunächst zwischen die Rippen bzw. Querfortsätze beiderseits 1%ige Novokain-Suprareninlösung nach Kappis zu injizieren. Dann wird der Erector trunci ausgiebig bis auf die Dornfortsätze, Querfortsätze und Rippen mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert und schließlich das

ganze Operationsfeld subkutan mit der gleichen Lösung umspritzt. Die Freilegung der Wirbelsäule ist in jedem Falle schmerzlos. Klagen die Kranken während der Entfernung der Knochenteile, so läßt man während dieser Zeit etwas Äther geben. Die Blutung ist gleich Null.

Die Pleurapunktion.

Die Anästhesierung des Stichkanals für die Pleurapunktion geschieht mit ganz feiner Hohlnadel nach dem Schema Fig. 26, S. 216. Zur Injektion dient ½ %ige Novokain-Suprareninlösung. Die Kranken sind sehr dankbar, wenn man sich vor der Einführung einer dicken Hohlnadel oder eines Troikarts nicht nur auf das Gefrierenlassen der Haut beschränkt, sondern den ganzen Stichkanal bis auf die Pleura unempfindlich macht.

Fig. 115. Kranke während der Rippenresektion wegen Empyema pleurae. Die Haut hat einen Jodanstrich.

Die Rippenresektion und Thorakotomie wegen Empyem.

In Fig. 114 sind drei nebeneinander gelegene Rippen gezeichnet, aus der mittelsten soll das dunkel gehaltene Stück reseziert werden. Man markiert über den benachbarten beiden Zwischenrippenräumen vier Einstichpunkte und injiziert von jedem, die Nadel senkrecht zur Hautoberfläche einstechend, 5 ccm 1 %ige Novokain-Suprareninlösung zwischen und in die Interkostalmuskeln. Man geht bei diesen Injektionen stets so vor, daß man mit der Nadelspitze zunächst die nächstobere Rippe sucht, um die erforderliche Tiefe zu finden und dann an ihrem unteren Rande in den Zwischenrippenraum vorbeigleitet. Es folgt die Infiltration der bedeckenden Muskeln und des Unterhautzellgewebes mit 30—40 ccm ½ %iger Novokain-Suprareninlösung in der Richtung der Pfeile. Wir führen die Operation stets, und zwar auch bei Kindern bis zu vier Jahren abwärts, in Lokalanästhesie in

sitzender Haltung des Kranken aus. Bei den Kindern müssen natürlich einige psychische Hilfsmittel angewendet werden, damit sie sich die Injektion gefallen lassen. Wenn dies gelingt, dann hat man gewonnenes Spiel. Einer unserer kleinen Kranken futterte während der Operation eifrig an einem großen Wurstbrot. Fig. 115 zeigt eine Kranke während der Rippenresektion.

Fig. 116.
Anästhesierung mehrerer Rippen durch interkostale Injektionen und Umspritzung.

Die Resektion mehrerer Rippen oder Rippenknorpel und von Teilen der Thoraxwand.

Macht man die beschriebenen interkostalen Injektionen nicht nur in einem, sondern in zwei, drei, vier usw. Interkostalräumen vor und hinter dem Operationsfeld und umspritzt die den Thorax bedeckenden Weichteile ringsherum mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung (Fig. 116), so können leicht größere Abschnitte der Thoraxwand unempfindlich gemacht, große Rippenstücke entfernt und Teile der Thoraxwand reseziert werden.

Die Resektion des 2.—5. Rippenknorpels beim starr dilatierten Thorax*).

Man markiert über dem 2.—5. Interkostalraum zweimal je fünf Einstichpunkte (Fig. 117), von denen die laterale Reihe jenseits der Rippenknorpelgrenze, die mediale Reihe dicht neben dem Sternum gelegen ist. Man injiziert in der oben angegebenen Weise von jedem Einstichpunkt 5 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung in die Interkostalräume, umspritzt das Operationsfeld in der Richtung der punktierten Linie mit etwa 50 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Die Operation ist schmerzlos und blutleer. Fig. 118 zeigt einen von unseren Kranken während der Operation. Die Rippenknorpel sind im Zusammenhang mit den Interkostalmuskeln nach Krüger entfernt. Den Grund der Wunde bildet die Pleura. Wegen der heftigen Atembewegungen ist das Photogramm nicht scharf. Es soll auch nur zeigen, was mit der Lokalanästhesie gemacht werden kann.

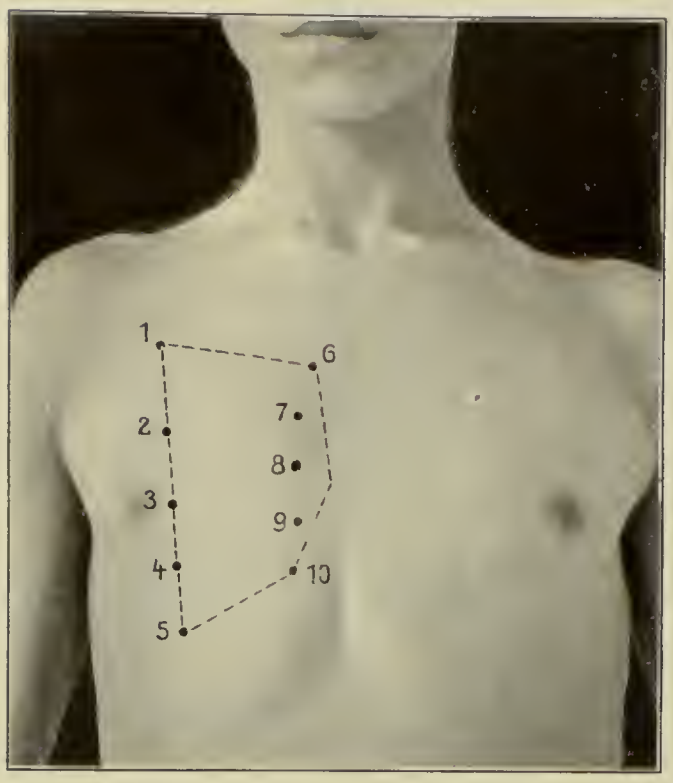


Fig. 117. Injektionsschema zur Resektion des 2. bis 5. Rippenknorpels.

Dasselbe Anästhesierungsprinzip ist bei den Operationen am Herzbeutel und Herzen angezeigt. Ich hatte bisher nur bei einer Perikardiotomie wegen eitriger Perikarditis Gelegenheit, es bei einem Kinde anzuwenden.

In gleicher Weise habe ich seit Jahren die subphrenischen Abszesse, welche vom Thorax aus zu öffnen waren, einige Lungenabszesse, vereinzelte umschriebene Rippentuberkulosen und Thorakoplastiken mit kleinerer und übersichtlicher Empyemhöhle operiert, die letzteren Fälle nicht immer befriedigend. Denn die Rippen sind, worauf Schumacher hinweist, bei alten Empyemen derartig zusammen- und übereinander-

*) Braun: Beiträge zur Chondrektomie beim Freundschen Emphysem. Deutsche med. Wochenschrift, 1912, Nr. 32.

geschoben, daß die interkostalen Injektionen in der Nähe des Operationsfeldes mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden sind. In der Nähe der Wirbelsäule besteht diese Schwierigkeit nicht.

Operationen am Brustbein.

Man injiziert beiderseits, soweit es erforderlich ist, je 5 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung in die Interkostalräume neben das Sternum und umspritzt das Operationsfeld subkutan mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Fig. 118.
Kranker nach Resektion des 2.—5. Rippenknorpels wegen Emphysem in Lokalanästhesie. Auf das Operationsfeld ist eine Gaudafilplatte aufgeklebt. Den Grund der Wunde bildet die Pleura. Die Interkostalmuskeln sind mit entfernt.

Die zentrale Leitungsunterbrechung der Interkostalnerven.

Schumacher und Kappis berichteten über die Ausführung von Thorakoplastiken in reiner Leitungsanästhesie. Nach Schumacher war in 35 Fällen (Resektion von 4—8 Rippenstücken) 20 mal völlige Anästhesie zu erreichen, 15 mal mußte vorübergehend eine oberflächliche

Rauschnarkose zu Hilfe genommen werden. Kappis konnte nach Unterbrechung von D_{4-11} in reiner Leitungsanästhesie die neunte und zehnte Rippe ganz, die fünfte bis achte und die elfte größtenteils entfernen. Hirschel injizierte bei Thorakoplastiken (4—6 Rippenstücke) nicht nur hinten, sondern auch vorn in die Interkostalräume und umspritzte außerdem bei Bildung des Schedeschen Lappens diesen. Er scheint also mehr das von mir oben beschriebene Verfahren angewendet zu haben.

Fig. 119.
Subkutaner Injektionsstreifen zur Unterbrechung des 1.—12. Interkostalnerven.

Es ist nicht notwendig, bei Thoraxoperationen die Leitungsunterbrechung dicht neben der Wirbelsäule zu machen, man führt sie vielmehr etwas weiter lateral, am seitlichen Rande des Rückenstreckers, in der Nähe der Rippenwinkel (Schumacher, Franke), also etwa 5 cm von der Spinallinie entfernt, aus. Auch bei geschrumpftem Thorax sind da die Zwischenrippenräume noch gut zugänglich. Die Technik der Injektion ist folgende. Ich setze den Fall, daß alle oder die oberen Interkostalnerven unterbrochen werden sollen. Es empfiehlt sich, wegen

der vielen Einstichpunkte, deren Lage auch vorher gar nicht bestimmt werden kann, von der Regel abzugehen, sie zuvor durch Quaddeln zu markieren. Man infiltriert vielmehr nach dem Vorgange Schumachers subkutan den ganzen Streifen, in dem die Einstichpunkte liegen sollen, mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung von wenigen Punkten aus mit langer Hohlnadel (Fig. 119). Der Kranke sitzt vornübergebeugt mit vorgezogenen Schultern. Man sticht nun

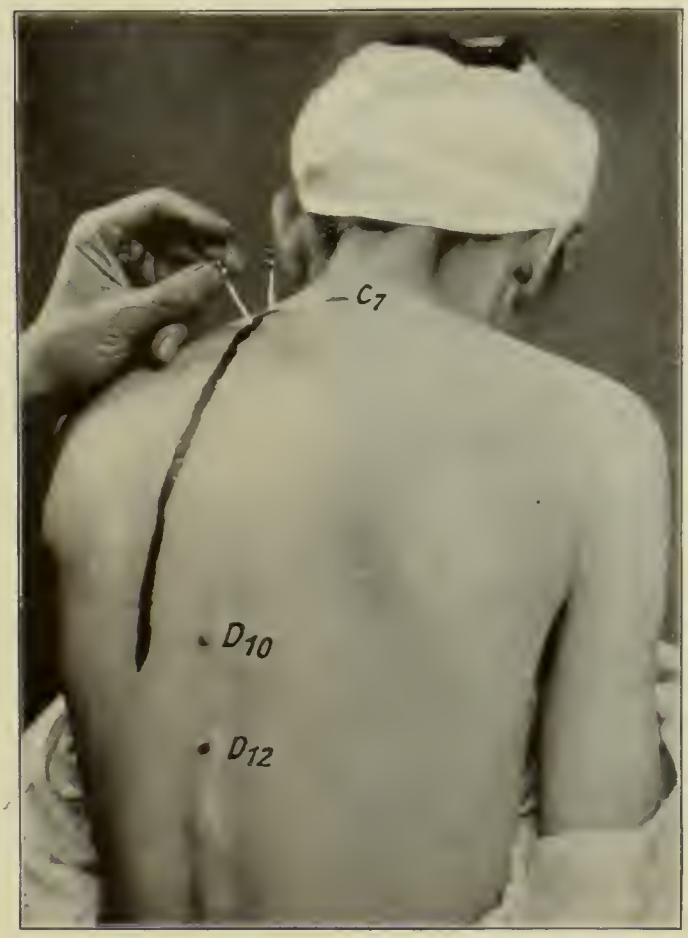


Fig. 120.
Unterbrechung des 1.—10. Interkostalnerven (zur Mammaamputation). Die obere Hohlnadel steckt im 1. Interkostalraum, mit der unteren wird die 2. Rippe aufgesucht.

innerhalb des infiltrierten Streifens, etwa in der Höhe des Dornfortsatzes des ersten Brustwirbels, eine Hohlnadel ein und sucht mit ihrer Spitze, bis man die erste Rippe gefunden hat. Bei mageren Personen ist das sehr leicht, bei fetten und sehr muskulösen Menschen muß man zuweilen suchen. Sobald man die Rippe hat, tastet man sich am unteren Rande derselben vorbei, schiebt, sobald der Widerstand des Knochens aufhört, die Nadel noch etwa ½ cm tiefer und injiziert 5 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Ich lasse nun zur besseren Orien-

tierung diese Nadel stecken, steche unterhalb derselben eine zweite Nadel ein, suche in gleicher Weise die zweite Rippe und injiziere ebenso in den zweiten Interkostalraum (Fig. 120). Jetzt wird die erste Nadel entfernt, auf die dritte Rippe eingeführt und die Injektion in den dritten Interkostalraum gemacht usw. Braucht man die oberen Rippen nicht, so geht man am besten von einer der unteren, leicht fühlbaren Rippen aus. Es ist das in der Tat ein sehr einfaches, schnell ausführbares und zuverlässiges Verfahren. Anstechen der Pleura ist bei einiger Vorsicht, und wenn man die Nadel nie in die Tiefe führt, bevor man nicht die nächsthöhere Rippe fühlt, sicher zu vermeiden, übrigens auch kaum von Belang.

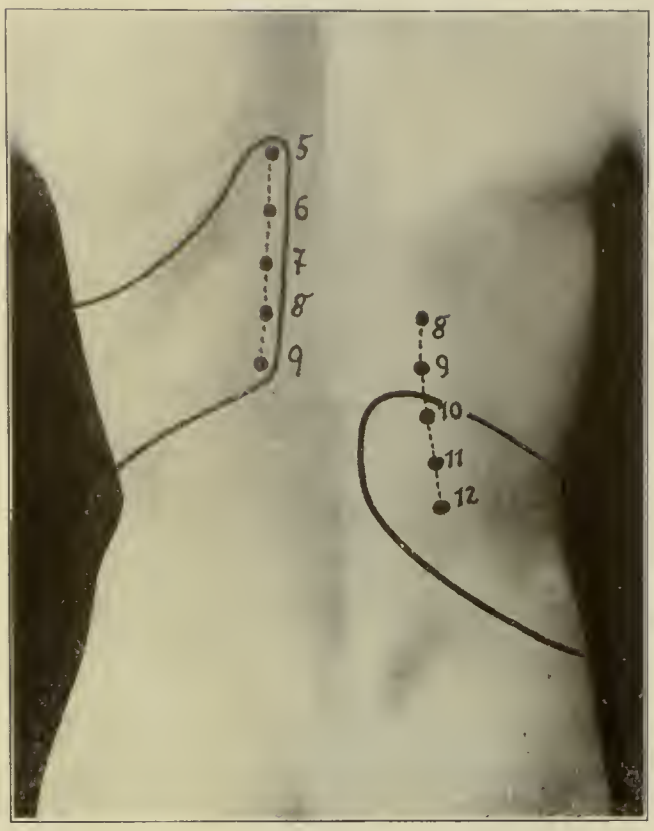


Fig. 121. Ausbreitung der Leitungsanästhesie nach interkostalen Injektionen.

Nach der Injektion muß man länger — etwa 15 Minuten — warten, wie nach interkostalen Injektionen nahe am Operationsfeld, bis das Anästhetikum zur vollen Wirkung gekommen ist. Man findet dann Interkostalraum, Rippen und Pleura in der Ausdehnung unempfindlich, als man injiziert hat, und zwar nach vorn bis an das Sternum. Weitere interkostale Injektionen vorn sind also nicht notwendig. Die Grenze des anästhetischen Hautgebietes schneidet unten ungefähr mit dem Verbreitungsbezirk des untersten unterbrochenen Interkostalnerven ab, während die obere Grenze, wie schon S. 314 erwähnt ist, 1—2 Rippen tiefer liegt, von der von oben übergreifenden Innervation des Plexus cervicalis ganz abgesehen. Nach vorn erstreckt sich die Hautanästhesie bis nahezu an die Mittellinie. Auf dem Rücken schneidet sie in der Regel an der Stelle ab, wo die Einstichpunkte liegen, oft werden aber auch bei diesen mehr lateral gelegenen Injektionen die hinteren Äste der N. N. thoracales mit unterbrochen. Dann reicht die Hautanästhesie auch hinten bis nahezu an die Dornfortsatzlinie heran. Zwei Beispiele, wo wir in der Lage gewesen sind, bei in-

telligenten Kranken den Umfang des anästhetischen Hautfeldes genau zu bestimmen, werden das Gesagte erläutern.

In einem Falle von subphrenischem Abszeß nach Appendizitis injizierten wir je 5 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung an den 8. bis 12. Interkostalnerven (Fig. 121 und 122, rechte Körperseite). Die Linie bezeichnet das anästhetische Hautgebiet. Es sind die hinteren Äste der N. N. thoracales mit unterbrochen. Die obere Grenze des anästhetischen Hautfeldes schneidet ungefähr mit der zehnten Rippe scharf ab. Da ich Stücke aus der zehnten und elften Rippe in der hinteren Axillarlinie resezieren wollte, mußte ich die Hautanästhesie für den Schnitt durch subkutane Injektion etwas erweitern. Die Operation war darnach absolut schmerzlos, also auch die Spaltung des Zwerchfells und Peritoneums und die Untersuchung und Drainage des großen Abszesses.

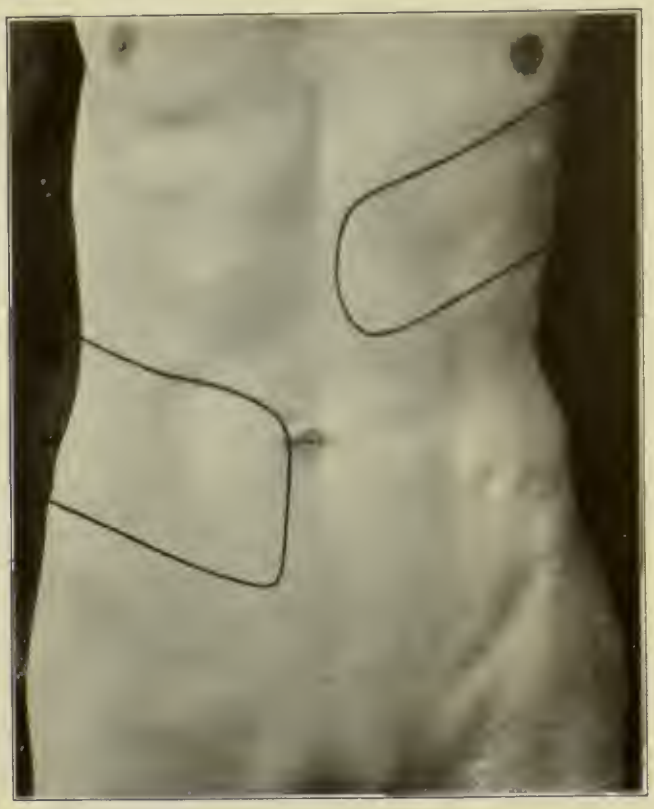


Fig. 122. Ausbreitung der Leitungsanästhesie nach interkostalen Injektionen.

Im zweiten Falle war ein Interkostalschnitt im siebenten Interkostalraum nötig zur Entfernung eines eingedrungenen Scherenstückes. Es bestand ein Pneumothorax. Ich injizierte an den 5.—9. Interkostalnerven je 5 ccm 1%ige Novokain - Suprareninlösung (Fig. 121 und 122, linke Körperseite). Die Linie gibt wieder die Ausdehnung der Hautanästhesie an. Die Operation war schmerzlos ohne weitere Injektionen.

Da bei diesen Injektionen die Interkostalarterien unter der Einwirkung des Suprarenins sich kontrahieren, ist der Blutgehalt der Operationsfelder ein mäßiger, jedenfalls nicht vermehrter.

Bei den komplizierten und ausgedehnten Operationen am unteren Teil der Thoraxwand, etwa vom fünften Interkostalraum abwärts, erzielt man also durch zentrale Leitungsunterbrechung einer genügend großen Zahl von Interkostalnerven bei verhältnismäßig kleiner Dosis des

Anästhetikums (60 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung für alle zwölf Interkostalnerven) absolute Anästhesie der Thoraxwand vorn und hinten bis fast zur Mittellinie. Irgend welche anderen Injektionen und Umspritzungen sind nicht erforderlich.

Am oberen Teile des Brustkorbes genügt die zentrale Unterbrechung allein nicht zur Anästhesierung bei Operationen wegen des Übergreifens der sensiblen Innervation vom Halse her.

Die Supraklavikularnerven lassen sich außerordentlich leicht unterbrechen durch subkutane Injektion von ½%iger Novokain-Supra-

Fig. 123. Subkutaner Injektionsstreifen zur Unterbrechung der N. N. supraclaviculares.

reninlösung in einem Streifen, welcher dem Schlüsselbein folgt (Fig. 123) und erforderlichenfalls auch noch ein Stück auf der Spina scapulae hinläuft. Reicht das Operationsfeld in die Achselhöhle oder in die Supraklavikulargrube, so muß der Plexus brachialis unterbrochen werden (siehe 16. Kapitel). Um die hinten vom Plexus cervicalis übergreifenden Nervenverbindungen auszuschalten, empfiehlt Franke Infiltration längs des hinteren Randes des M. trapezius. Auch die Anästhesierung einer ganzen Thoraxhälfte und zugleich des ganzen Armes läßt sich ohne Verbrauch einer zu großen Dosis des Anästhetikums bewerkstelligen.

Allem Anschein nach ist die Zeit nicht fern, wo nahezu die gesamte Thoraxchirurgie der Lokalanästhesie anheimfallen wird. Die Druckdifferenzverfahren werden dadurch eine wesentliche Vereinfachung erfahren.

Operationen an der Mamma.

Die Exstirpation kleinerer und größerer, gut abgegrenzter, gutartiger Tumoren aus der Mamma ist außerordentlich leicht in Lokalanästhesie auszuführen. Man markiert in der Umgebung des Operationsfeldes zwei oder vier Einstichpunkte, hebt die Geschwulst mit der linken Hand von der Unterlage ab (Fig. 124) und führt die pyramidenförmige Umspritzung mit 50—75 ccm ½% iger Novokain-Suprareninlösung aus.

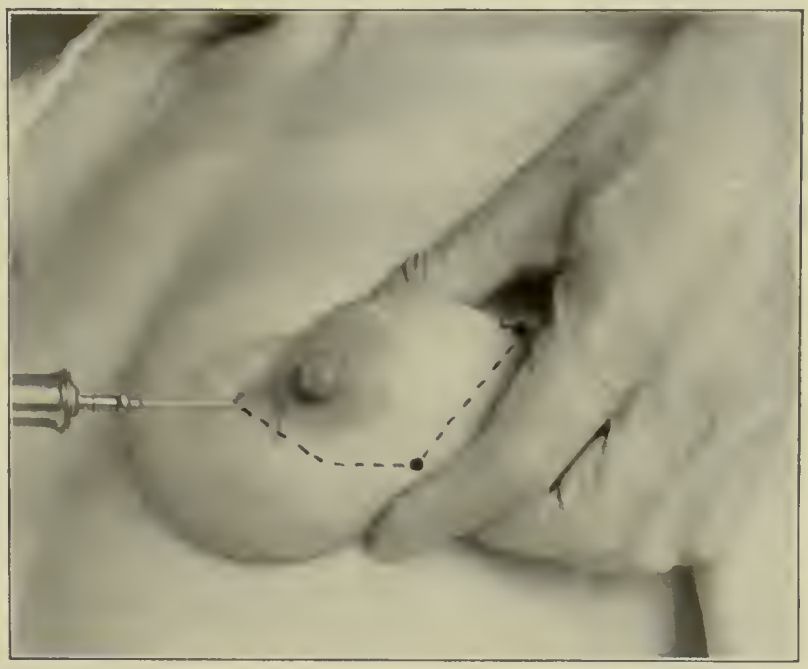


Fig. 124. Umspritzung eines Mammafibroms.

Bei mageren Frauen und kleiner Mamma reicht die Unterspritzung und Umspritzung von mehreren in der Umgebung der Drüse gelegenen Punkten gelegentlich zur Ablatio mammae aus. Die entzündlichen und namentlich phlegmonösen Prozesse werden besser im Chloräthyl- oder Ätherrausch operiert.

Die Exzision der krebsigen Brustdrüse.

Vereinzelt ist diese Operation in Lokalanästhesie früher von Schleich, in neuerer Zeit von Chaput (XVI, 4), Hirschel (XVI, 14), Hohmeier (XIX, 12) und Eberle (XIX, 4) ausgeführt worden. Hirschel hat drei Fälle operiert bei mageren Frauen. Typische Operationen waren es nicht, denn es wurden nur kleine Teile des Brust-

muskels entfernt. Auch Hohmeier beschränkt die Anwendung der Lokalanästhesie auf geeignete Fälle bei mageren Frauen mit kleinem verschieblichen Tumor. Eberle hat sechs Fälle operiert, zum Teil auch bei fetten Frauen. Die Anästhesierungstechnik, die angewendet wurde, bestand in möglichst vollständiger Umspritzung und Unterspritzung der Mamma und der Brustmuskeln im Verein mit interkostalen Injektionen

Fig. 125. Subkutaner Injektionsstreifen für die Mammaamputation.

an der seitlichen und vorderen Thoraxwand, mit Infiltration der Wandungen der Achselhöhle und Injektionen in das Gefäßnervenbündel in der Axilla. In dieser und ähnlicher Weise habe ich bei mageren Kranken schon vor Jahren die typischen Mammaamputationen auszuführen versucht, teilweise auch in guter Anästhesie. Aber daß sich daraus ein allgemein brauchbares Anästhesierungsverfahren entwickeln läßt, worauf es doch ankommt, das halte ich für vollkommen ausgeschlossen. Die

Menge des verbrauchten Anästhetikums ist sehr groß (200—300 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung), die Anästhesie ist keineswegs zuverlässig, die Injektionstechnik ist umständlich und Injektionen in der Nähe der erkrankten Mamma sind bedenklich, solche in die karzinomatös erkrankte Achselhöhle meiner Meinung nach unzulässig.

Die Vorbedingungen aber sind jetzt da, welche erst erfüllt werden mußten, ehe daran zu denken war, das bei modernen Karzinomoperationen verlangte sehr große Operationsfeld zuverlässig und ohne mit den kranken Teilen in Konflikt zu kommen, durch reine Leitungsanästhesie unempfindlich zu machen: die Anästhesierung des Plexus brachialis über dem Schlüsselbein (s. 16. Kapitel), also außerhalb der Achselhöhle, und die zentrale Leitungsunterbrechung einer Anzahl von Interkostalnerven.

Ich beginne mit der Unterbrechung des Plexus brachialis nach Kulenkampff (10 ccm 2%ige oder 5 ccm 4%ige Novokain-Suprareninlösung), lasse die Unterbrechung des 1.—10. Interkostalnerven, wie sie S. 325 beschrieben ist, folgen (50 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung) und injiziere endlich noch 75—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung subkutan in einem kontinuierlichen, schmalen Streifen, der am Akromion beginnt, der Klavikula folgt, längs der Mittellinie oder neben ihr abwärts verläuft, dann im Bogen ungefähr dem unteren Thoraxrand folgt und schließlich hinten bis in die Nähe des für die interkostalen Injektionen bereits angelegten Injektionsstreifens fortgesetzt wird (Fig. 125). Diese subkutane Injektion schaltet die Supraklavikularnerven, die von der anderen Seite und unten übergreifende Innervation aus. Nach Ausführung dieser Injektionen, welche eine Zeit von etwa 15 Minuten in Anspruch nehmen, tritt absolute Anästhesie des ganzen großen Operationsfeldes ein. Irgend welche anderen Injektionen oder Umspritzungen sind nicht nötig. Fette Personen brauchen nicht mehr von dem Anästhetikum, als magere. Wir haben die letzten 12 Mammakarzinome, welche uns zugegangen sind, ohne Auswahl in dieser Weise operiert, und glauben, daß dies Verfahren wohl geeignet sein kann, allgemeineren Eingang zu finden.

Operationen in der Achselhöhle.

Oberflächliche Operationen in der Achselhöhle sind durch Unter- und Umspritzung des Operationsfeldes zu erledigen. Sobald man tiefer in die Achselhöhle eindringt, ist Unterbrechung des Plexus brachialis und Unterbrechung der obersten fünf Interkostalnerven nötig, wodurch vollständige Anästhesie der Achselhöhle eintritt.

14. Kapitel.

Bauchoperationen.

Die Ausführbarkeit von Bauchoperationen unter Lokalanästhesie hängt von einer ganzen Reihe von Umständen ab, welche im einzelnen Fall wohl zu berücksichtigen sind. Es ist eine alte, bereits nach der Erfindung des Ätherspravs gemachte Erfahrung, daß gelegentlich die Anästhesierung des Hautschnitts genügt, um die Eröffnung des Abdomens und Operationen an den geringe oder gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzenden Bauchorganen zu ermöglichen, und Bloch hat noch neuerdings wieder den Beweis geliefert, daß dies — sagen wir, bei der offenbar besonderen Beschaffenheit seines Krankenmaterials — häufig der Fall ist. Die örtliche Anästhesierung durch Kokain und seine Ersatzmittel hat aber doch einen wesentlichen Fortschritt gebracht, insofern, als jetzt auch bei empfindlichen Kranken mit Leichtigkeit und genügender Sicherheit eine wirkliche Ausschaltung der Sensibilität bei Durchtrennung der Bauchdecken von der Haut bis zum Peritoneum möglich ist.

Wenn also die Operation sich wesentlich in oder vor den Bauchdecken abspielt, wie die Mehrzahl der Bruchoperationen, oder wenn ein einfacher Schnitt durch die Bauchdecken sofort auf das der vorderen Bauchwand anliegende, operativ zu behandelnde Organ führt, weitere Manipulationen in der Bauchhöhle aber nicht erforderlich sind, dann reicht die Lokalanästhesie für sich allein aus. Einschnitte in den Magen und Darm, die Leber und Gallenblase und die übrigen Bauchorgane sind nicht schmerzhaft. Das Verhalten dieser Organe ist das gleiche im entzündeten und nicht entzündeten Zustande.

Dagegen ruft jeder Zug an den Eingeweiden und jede Berührung oder Zerrung des parietalen Peritoneums, soweit es nicht unter der Einwirkung des Anästhetikums steht, die von mir als „abdominelle Sensationen“ (S. 29) bezeichneten, ganz unbestimmt lokalisierten, schmerzhaften Empfindungen hervor. Auch beim Abbinden der Mesenterien stellen sie sich oft ein, beim Abbinden des Netzes meistens nicht. Überhaupt ist die Intensität dieser Sensationen individuell sehr verschieden. Bei manchen Kranken kann man nach Durchtrennung der Bauchdecken jede beliebige Operation im Abdomen vornehmen, ohne eine Klage zu veranlassen. Meist ist das aber nicht der Fall. Meist ist vielmehr jede

Untersuchung der Bauchorgane, das Eingehen der Hand in die Bauchhöhle, das Einlegen und Herausziehen von Kompressen, das Lösen von Adhäsionen so schmerzhaft, daß an ein Weiteroperieren nicht zu denken ist. Man hat verschiedene Wege eingeschlagen, um diesen abdominellen Sensationen beizukommen.

Den einen Weg, die paravertebrale Leitungsanästhesie, haben wir bereits S. 318 besprochen. Gelingt sie, so werden nicht nur die Bauchdecken unempfindlich, sondern es erschlaffen auch die Bauchmuskeln, und die abdominellen Sensationen bleiben aus. Nach Kappis ist hierzu für die Operation im oberen Teil der Bauchhöhle die beiderseitige Unterbrechung von D_{1-3} und L_{5-12} nötig. Kappis konnte auf diese Weise Magenresektionen, Gastroenterostomien, Gallenblasenoperationen und andere Laparotomien schmerzlos ausführen. Das ist von großem Interesse insofern, als es beweist, daß der N. vagus mit der sensiblen Innervation dieser Teile bestimmt nichts zu tun hat. Diese Injektionen stellen aber, da 22 Einstichpunkte nötig sind und von jedem 5 ccm mindestens 1%iger (nach Kappis 1½%iger) Novokain-Suprareninlösung zu injizieren sind, große Ansprüche an die Geduld des Kranken und Operateurs, und erfordern eine verhältnismäßig recht große Novokaindosis. Einfacher ist die einseitige Ausführung der paravertebralen Unterbrechung. Läwen benutzte sie zu Hernienoperationen, Finsterer zu großen einseitigen Bauchoperationen auch im unteren Teil des Abdomens. Letzterer erhielt dabei vollständige Anästhesie, nach Kappis blieben bei Blinddarmoperationen die abdominellen Sensationen nicht aus, was auch ich selbst beobachtet habe. Die Anwendung der Methode bei Bauchoperationen ist noch ganz in der Entwicklung begriffen.

Man hat ferner versucht, nach der üblichen Anästhesierung der Bauchdecken durch sekundäre Injektion, z. B. in die Lig. lata (Schleich) oder in das Mesenteriolum (Hesse), die abdominellen Sensationen zu beseitigen. Ein wesentlicher und durchgreifender Erfolg ist davon nicht zu erwarten.

Befriedigender sind die Ergebnisse der zuerst von Schleich für die Bauchoperationen empfohlenen, nachher von v. Mikulicz geübten und neuerdings wieder von Bakes und Läwen (XIX, 17) und Finsterer (XIX, 5) warm empfohlenen Kombination der Lokalanästhesie mit der Inhalationsanästhesie. Man macht die Bauchdecken unempfindlich und leitet in ganz bestimmten Phasen der Operation, in denen abdominelle Sensationen zu erwarten sind, eine oberflächliche Rauschnarkose ein. Noch weit wirksamer wird dies Verfahren, wenn die

Kranken durch Morphium oder Pantopon und Skopolamin vorbereitet sind. Im letzteren Falle kann die Hilfe der Narkose häufig ganz unterbleiben. Wir bedienen uns dieses Verfahrens regelmäßig bei Bauchoperationen an sehr heruntergekommenen Individuen, also namentlich bei Magenoperationen.

Die Anästhesierung der Bauchdecken führten Reclus und Schleich wie immer in der beabsichtigten Schnittlinie aus. Nach schichtweiser Infiltration und Durchschneidung der Haut, des Unterhautzellgewebes, der Aponeurosen, Muskeln und Faszien war nach Schleich noch eine besondere Infiltration des Peritoneums nötig, welche der genannte Autor folgendermaßen beschreibt. „In die tiefsten Schichten des durch die Haken etwas emporgehebelten Präperitonealfettes wird eine halbe Spritze entleert und an dieser Stelle schmerzlos das Peritoneum geöffnet, sodann der Finger eingeschoben, nach abwärts gegen das Peritoneum in der Richtung des geplanten Schnittes angedrückt, damit dasselbe etwas emporgehebelt und nun unter Leitung des Fingers vom Präperitonealraum her die Nadel sub- oder intraperitoneal vorgeschoben; bei Spritzendruck fühlt man das Peritoneum schwellen und die Peritonealquaddel sich gegen den andrückenden Finger vorwölben. Die so aufgeblähte Stelle wird durchschnitten und bei nachfassendem Finger und folgender Infiltration schrittweise das Peritoneum durchschnitten nach oben wie nach unten in erwünschter Ausdehnung. Dabei muß bemerkt werden, daß in entzündetem Peritoneum zu diesem Akt der Infiltration die Lösung I (Schleichs Lösung I, d. h. 0,2%ige Kokainlösung) nötig wird.“ Reclus bedurfte dieser komplizierten isolierten Injektion ins Peritoneum nicht, weil er stärkere Kokainlösung wie Schleich zur Injektion brauchte. Denn nach Injektion einer wirksamen anästhesierenden Lösung in das subseröse Gewebe wird natürlich das Peritoneum, welches von da seine Innervation empfängt, von selbst unempfindlich, ebenso wie die Haut durch Injektionen in das Unterhautzellgewebe unempfindlich wird. Unsere heutige Anästhesierungstechnik für die Bauchdeckenschnitte ist teils einfacher, teils auch wirksamer. Die Schmalheit der durch das Schleichsche Verfahren gewonnenen anästhetischen Zone und die zu kurze Dauer der Anästhesie waren sehr störend und verhinderten die allgemeinere Anwendung der Lokalanästhesie bei Bauchoperationen. Obwohl aber diese Nachteile jetzt vermieden werden können, sind die Fortschritte, welche die örtliche Anästhesierung bei Bauchoperationen — von den Hernien abgesehen — seit Schleich gemacht hat, weit unerheblicher, als bei so vielen anderen operativen Eingriffen.

Die Gastrostomie.

Sie ist ein ausgezeichnetes Objekt für die reine Lokalanästhesie, weil nur die Bauchdecken zu anästhesieren sind und keine abdominellen Sensationen zu bekämpfen sind. Man braucht daher auch keine narkotischen Mittel zur Unterstützung. Man braucht nur eine schmale anästhetische Zone und die Operation ist von kurzer Dauer. Deshalb war die Operation für die Schleichsche Anästhesie besonders geeignet.

Man markiert zwei Einstichpunkte (Fig. 126), den einen dicht am Rippenbogen, den anderen dem unteren Ende des beabsichtigten Schnittes entsprechend. Von diesen beiden Punkten aus infiltriert man die Bauchdecken nach dem Schema Fig. 27, S. 217. Man sticht also eine lange Hohlnadel von jedem der Punkte zunächst senkrecht, dann schräg, fortdauernd injizierend, durch Haut, Unterhautzellgewebe, M. rectus bis ins präperitoneale Gewebe, zuletzt flach unter die Haut von einem Einstichpunkt zum anderen. Das klingt gefährlich, ist es aber nicht. Denn man fühlt genau, welche Schichten der Bauchdecken die Nadelspitze durchdringt, und fühlt namentlich deutlich den Widerstand, den die hintere Rektusscheide der Nadelspitze bietet. Man braucht hierzu 40—50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Ich bediene mich also in diesem Falle der reinen Infiltrationsanästhesie und brauche wohl kaum zu bemerken, daß ich das beschriebene Verfahren lediglich als eine Vereinfachung und Modifikation der Schleichschen Anästhesie ansehe.

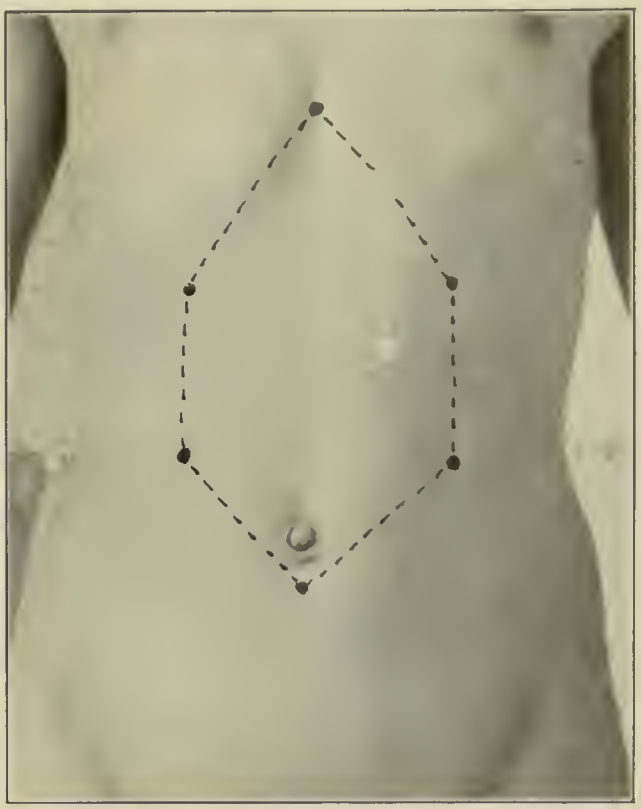


Fig. 126.
Injektion für die Gastrostomie (weiß) und Umspritzung der Oberbauchgegend.

Andere Operationen im oberen Teil des Bauchs.

Von den durch Medianschnitt im oberen Teil des Bauches ausführbaren Operationen sind vorzugsweise die Magenoperationen bei entkräfteten Individuen, also die Gastroenterostomie und die Pylorus-

resektion, sowie einige Probelaparotomien, bei denen nicht der ganze Bauch abgesucht zu werden braucht, Objekte der Lokalanästhesie. Sie ist jedoch nur mit Unterstützung von narkotischen Mitteln anwendbar.

Bei Laparotomien, wo die Bauchdecken durch Haken auseinandergezogen und gedehnt werden müssen, Abstopfungen u. dgl. nötig sind, genügt die Anästhesierung der Bauchdecken in der Schnittlinie nicht. Man erhält naturgemäß erheblich bessere Resultate, wenn man sucht, einen möglichst breiten Streifen des Peritoneums rechts und links von der Schnittlinie unempfindlich zu machen. Das ist durch Umspritzung leicht zu erreichen. Man markiert fünf Einstichpunkte, deren Lage sich aus Fig. 126 ergibt. Die vier seitlichen Punkte liegen am äußeren Rektusrande. Jede zwischen zwei Punkten gelegene Linie wird nach dem Schema Fig. 27, S. 217 infiltriert. Man braucht 100—150 ccm ½ %ige Novokain-Suprareninlösung.

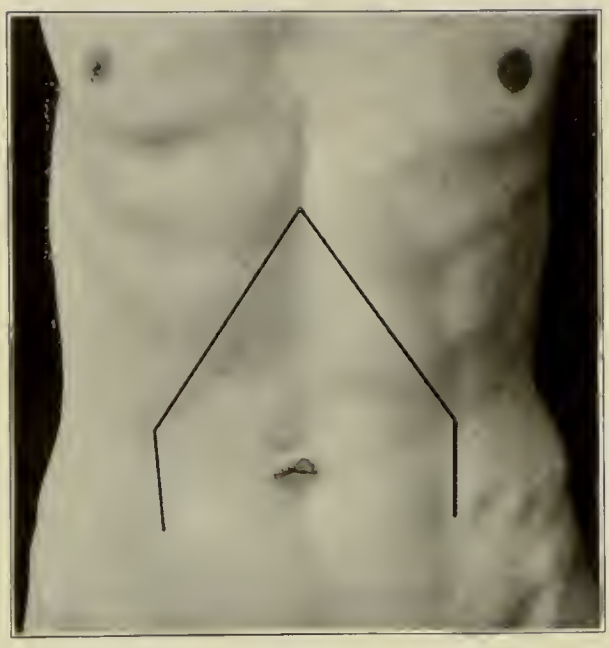


Fig. 127. Anästhesierung der Bauchdecke für Schnitte oberhalb des Nabels.

In letzter Zeit haben wir mit bestem Erfolge in einem Streifen beiderseits vom Proc. ensiformis bis zum Rektusrande subkutan und unter den Rektus, ferner beiderseits am äußeren Rektusrande abwärts subkutan und subfaszial ½ %ige Novokain-Suprareninlösung injiziert, wodurch die Bauchdecken bis zum Nabel unempfindlich werden und zugleich die Rekti erschlaffen (Fig. 127).

Eine Gastroenterostomie verläuft demnach ungefähr folgendermaßen. Der Kranke wird mit narkotischen Mitteln gut vorbereitet. Er erhält bei uns gewöhnlich 1—1½ Stunden vor Beginn der Operation 0,0005 Skopolamin und 0,01 Morphium. Es folgt dann die beschriebene Umspritzung der oberen Bauchgegend. Während der Eröffnung des Abdomens lasse ich eine Rauschnarkose einleiten, welche zur Feststellung des Abdominalbefundes, Lagerung und Abstopfung des Magens und Darms benutzt wird. Wenn dies geschehen ist, läßt man den Kranken aufwachen. Er braucht keine weitere Narkose.

Der Ätherrausch ist diejenige Narkosenform, welche bisher zur Unterstützung der Lokalanästhesie bei Bauchoperationen am meisten

geeignet erschien. Nach unseren neueren Erfahrungen kann ich für diesen Zweck den Chloräthylrausch nach Kulenkampff*) angelegentlich empfehlen.

Man tropft aus einer der gebräuchlichen Glastuben Chloräthyl auf eine mehrfach zusammengelegte Kompresse, welche Mund und Nase des Kranken bedeckt. Nach wenigen Atemzügen tritt die gewünschte Analgesie ein, nach dem Entfernen der Kompresse wacht der Kranke sofort wieder auf. Zur Unterstützung der Lokalanästhesie ist diese Narkosenform ganz besonders geeignet wegen des schnellen Eintritts der Analgesie und des Fehlens jeglicher Reizwirkungen des Mittels auf Atmungsorgane und Hirnrinde.

Bei der Pylorusresektion ist das Verfahren das gleiche. Man braucht aber in der Regel noch einen zweiten Rausch beim Abbinden des kleinen Netzes und zuweilen einen dritten zum Entfernen der Abstopftücher.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß die so behandelten Kranken in einem ganz unvergleichlich besseren Zustande vom Operationstisch kommen, als wenn man sie einer langdauernden Vollnarkose unterworfen hätte. Die Schädlichkeit der Narkose wird vielleicht durch nichts eindringlicher illustriert, als durch diese ganz regelmäßige Beobachtung. Elende Kranke mit Pylorusstenose überstehen eine Pylorusresektion ohne irgend eine auch nur vorübergehende weitere Beeinträchtigung ihres Allgemeinzustandes und ohne daß man nötig hätte, durch Kochsalzinfusionen u. dgl. nachzuhelfen.

Ich stimme daher Bakes und Läwen vollkommen bei, die in der Kombination von Lokalanästhesie und Narkose bei diesen Operationen einen ganz erheblichen Fortschritt der operativen Technik erblicken. Dieser Fortschritt ist indessen weniger bedingt durch die Verbesserung der Technik der örtlichen Anästhesierung, als durch eine geschicktere Benutzung der narkotischen Mittel.

Für diese Anästhesierungstechnik eignen sich schließlich alle diejenigen Bauchoperationen, bei denen der abdominelle Teil der Operation auf verhältnismäßig kurze Zeit beschränkt ist. An elenden und entkräfteten Personen, wo sie besonders empfehlenswert ist, gelingt sie aber besser wie an kräftigen Individuen, welche gegen die narkotischen Mittel widerstandsfähiger sind.

Die Operationen an den Gallenwegen rate ich in der Regel in Narkose auszuführen, weil sie eben fast ganz intraabdominell zu verlaufen pflegen. Dagegen kann man sich zur Eröffnung von Leber-

*) Kulenkampff: Über die Verwendung des Stadium analgeticum der Äthylchloridnarkose. Beiträge zur klin. Chirurgie, 1911, Bd. 73, S. 384.

abszessen und Leberechinokokken mit Vorteil der reinen Lokalanästhesie bedienen. Man infiltriert, welche Schnittführung auch angewendet werden mag, in der Schnittlinie, wie bei der Gastrostomie.

Medianschnitte im unteren Teil des Bauchs.

Es sind nur wenige Operationen, welche für die reine Lokalanästhesie oder das kombinierte Verfahren in Betracht kommen, wie etwa die Entleerung eines tuberkulösen Aszites oder einzelne Fälle von Exstirpation nicht verwachsener Ovarialtumoren. Man braucht in der

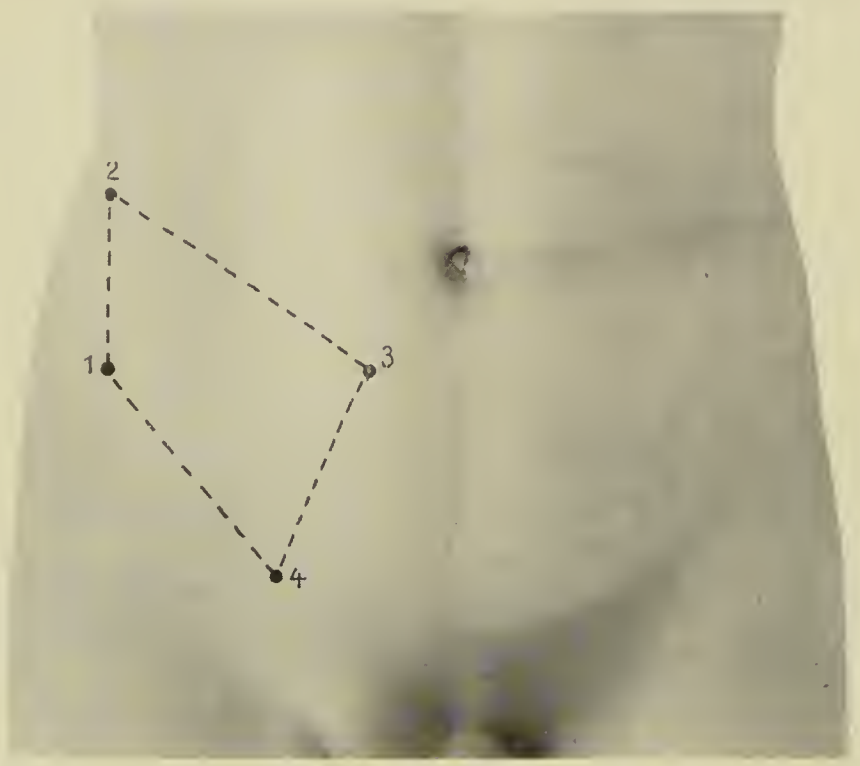


Fig. 128. Appendektomie.

Regel nur in der Schnittlinie zu infiltrieren. Markierung von zwei Einstichpunkten am oberen und unteren Ende des beabsichtigten kleinen Medianschnittes. Infiltration zuerst des properitonealen, dann des subkutanen Gewebes mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Die Anästhesierung der Ileozökalgegend.

Man umspritzt die Ileozökalgegend von vier Einstichpunkten, deren Lage sich aus Fig. 128 ergibt. Besonders wichtig ist die Injektion vom Punkt 2 gegen Punkt 1, weil sie fast die gesamte für das Operationsfeld in Betracht kommende Innervation enthält. Man infiltriert in der Linie 1—2 nach dem Schema Fig. 27, S. 217 eine bis auf das Peritoneum

reichende Gewebsschicht. Im übrigen ist es nur nötig, mit ziemlich parallel zur Hautoberfläche vorgeschobener Nadel subaponeurotisch und subkutan in der Richtung der punktierten Linie zu infiltrieren. Man braucht 100, bei fetten Personen 120 ccm ½%ige Lösung. Es tritt eine sehr vorzügliche Anästhesie der Bauchdecken und des parietalen Peritoneums bis tief in die Darmbeingrube hinein ein.

Dies Verfahren ist geeignet für gewisse Fälle von Appendizitis, für die Zökostomie und den operativen Verschluß von Darmfisteln, auf der linken Seite in gleicher Weise ausgeführt für die Anlegung und Beseitigung künstlicher After. Für die Zökostomie genügt auch die einfache Infiltration in der Schnittlinie. Wenn starker Meteorismus vorhanden ist, muß die starke Verdünnung der Bauchdecken beachtet werden, um bei den subaponeurotischen Injektionen nicht mit der Nadelspitze ins Abdomen zu geraten. Darmfisteln und künstliche After lassen sich auch unter Leitung eines in den Darm eingeführten Fingers sehr leicht bis auf das properitoneale Gewebe umspritzen.

Bei den Appendizitisoperationen genügt Infiltration in der Schnittlinie nicht. Über die Verwendung der Lokalanästhesie bei der Appendizitis haben Hesse und Stenglein berichtet. Hesse hält geeignet für die Lokalanästhesie 1. alle glatten Fälle von appendizitischem Intervall, 2. mild verlaufende chronische Fälle, 3. schwere und leichte akute Fälle im Frühstadium des ersten oder diesem gleichzuachtenden Anfalls. Für direkt kontraindiziert dagegen hält er 1. fast alle Abszesse, 2. alle Fälle, bei denen komplizierte pathologisch-anatomische Verhältnisse zu erwarten sind.

Wenn man die oben beschriebene Umspritzung ausgeführt hat, so ist die Durchtrennung der Bauchdecken mittels irgend einer beliebigen Schnittführung, das Dehnen der Bauchwunde und das Abstopfen ganz unempfindlich. Abdominelle, meist in die Magengegend lokalisierte Sensationen treten auf, sobald Verwachsungen zu lösen sind, Zug am Zökum ausgeübt wird, das Mesenteriolum unterbunden wird. Hesses Rat, das Mesenteriolum vor der Abbindung zu infiltrieren, beseitigt nur einen kleinen Teil dieser Sensationen. Sie werden daher besser durch Morphium-Skopolamin, wie Stenglein empfiehlt, und nötigenfalls durch Beifügen eines Chloräthylrausches während des Aufsuchens und Isolierens des Appendix bekämpft. Die Vorzüge dieses kombinierten Verfahrens bei den Appendizitisoperationen sind aber längst nicht so augenfällig wie bei den Magenoperationen, und da die von Hesse angegebenen Indikationen und Kontraindikationen sich recht häufig erst während der Operation ergeben können, so muß ich gestehen, daß ich nach

sehr vielen, teilweise lange zurückliegenden Versuchen immer wieder auf den Standpunkt zurückgekommen bin, die Appendizitisoperationen in der Regel in Narkose und ganz ohne Lokalanästhesie auszuführen.

Operationen an Unterleibsbrüchen.

Im großen und ganzen hat also die Lokalanästhesie oder das kombinierte Verfahren bei den Bauchoperationen — von den Magenoperationen und einigen anderen oben erwähnten Operationen abgesehen — eine prinzipielle Bedeutung nicht erlangt. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den Hernienoperationen. Hier ist die reine Lokalanästhesie das Anästhesierungsverfahren der Wahl, welches für nahezu alle Operationen anwendbar ist. Die abdominellen Sensationen spielen bei ihnen eine ganz untergeordnete Rolle.

Die Bruchoperationen sind seit der Einführung des Kokains ganz besonders häufig, mit mehr oder weniger Erfolg, Gegenstand der Lokalanästhesie gewesen. Jeder Autor, der sich zu dieser Frage geäußert hat, berichtet über günstige Erfahrungen, und Reclus hat schon im Jahre 1889 Bruchoperationen nur noch ausnahmsweise in Narkose ausgeführt. Er bezeichnet die Operation einer eingeklemmten Hernie als den Triumph des Kokains. Dasselbe sei hier das Anästhetikum der Wahl, und nur besondere Umstände, sehr großes Volumen der Hernie, ausgedehnte Verwachsungen, die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen, rechtfertigen nach seiner Ansicht die Anwendung der Narkose. Schleichs Infiltrationsanästhesie erschien insofern als Fortschritt, als nicht mehr die großen Kokaindosen Reclus' zur Verwendung kamen. Aber es läßt sich wohl kaum leugnen, daß dieser Fortschritt, wenigstens bei Leisten- und Schenkelbrüchen, auf Kosten der Sicherheit der Anästhesierung erfolgt ist. Die Äste des N. ileo-inguinalis, des N. spermaticus und N. ileo-hypogastricus bleiben schmerzhaft und leitungsfähig, wenn man die Gewebe, in denen sie enthalten sind, auch noch so reichlich mit Schleichschen Lösungen infiltriert, weshalb Cushing bei den Leistenbruchoperationen empfahl, nach Spaltung der Faszie des M. obliquus externus erst die in das Operationsfeld eintretenden Nervenstämme aufzusuchen und durch endoneurale Injektion 1%iger Kokainlösung zu unterbrechen. Hackenbruch (I, 11), von einem ganz anderen Prinzip wie Reclus und Schleich ausgehend, injizierte seine Kokain-Eukainlösung gabelförmig oder rhombisch um die Bruchpforte herum.

Alle diese Methoden, welche in der vorigen Auflage dieses Werkes eingehend beschrieben wurden, haben nur noch historisches Interesse.

Sie waren unzuverlässig und schwierig, und die Erfolge waren zu sehr von der Größe der Hernien und deren sonstigen anatomischen Verhältnissen abhängig. Deshalb blieb die Anwendung der Lokalanästhesie bei Hernien nach wie vor auf einige Spezialisten beschränkt. Die neuen anästhesierenden Lösungen und die durch sie bedingte vereinfachte Technik und größere Zuverlässigkeit haben dies geändert. In Deutschland scheinen jetzt in den meisten chirurgischen Anstalten die Hernien nach dem von mir und in ähnlicher Weise von Nast-Kolb und v. Lichtenberg beschriebenen Verfahren in Lokalanästhesie operiert zu werden. Zahlenmäßige Angaben hierüber finden sich bei Hesse aus dem Städtischen Krankenhaus in Stettin. Dort wurden vom 1. Januar 1909 bis 15. September 1910 218 Hernienoperationen ausgeführt, 170 davon in Lokalanästhesie, 48 in Narkose. Im Krankenstift Zwickau wurden vom 1. Januar 1909 bis 1. Oktober 1911 397 Hernien operiert, darunter 345 in Lokalanästhesie, 52 in Narkose. Es ist schon auf S. 197 darauf hingewiesen worden, daß das kindliche Alter durchaus keine Kontraindikation gegen die Lokalanästhesie bei Bruchoperationen darstellt. Kinder lassen sich leicht beeinflussen, und wenn man sie dazu bringt, daß sie sich die Injektion gefallen lassen, so braucht man keine Narkose. Natürlich muß während der Operation jemand, der das versteht, mit ihnen sich beschäftigen.

Operationen an Nabelbrüchen, Hernien der Linea alba und postoperativen Hernien.

Die Anästhesierung der Bauchdecken erfolgt nach dem gleichen Prinzip, wie es für den Leibschnitt oberhalb des Nabels oder für die Ileozökalgegend oben beschrieben worden ist. Rings um das Operationsfeld herum werden vier oder mehr Einstichpunkte markiert (Fig. 129 und 130), von denen aus man ringförmig die Bauchdecken bis in das präperitoneale Gewebe mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert und schließlich subkutan umspritzt. Das ist außerordentlich einfach und leicht bei reponiblem Bruch, wobei man den linken Zeigefinger in die Bruchpforte einführt und unter seiner Leitung die Injektionen ausführt, mit einiger Übung gelingt es aber ebensogut bei irreponiblen oder eingeklemmten Hernien. Man muß nur nicht etwa darauf ausgehen, die Bruchpforte infiltrieren zu wollen, sie ist bei großen, irreponiblen Brüchen gar nicht zugänglich. Man muß vielmehr in weitem Umfang um die Bruchgeschwulst herum eine Schicht der Bauchdecken infiltrieren, dann wird die ganze Hernie unempfindlich. Bei großen Nabelbrüchen fetter Personen verbrauchten wir die größten

Mengen des Anästhetikums, die wir anwendeten (250 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung). Man muß aber erst „Nadelführung“

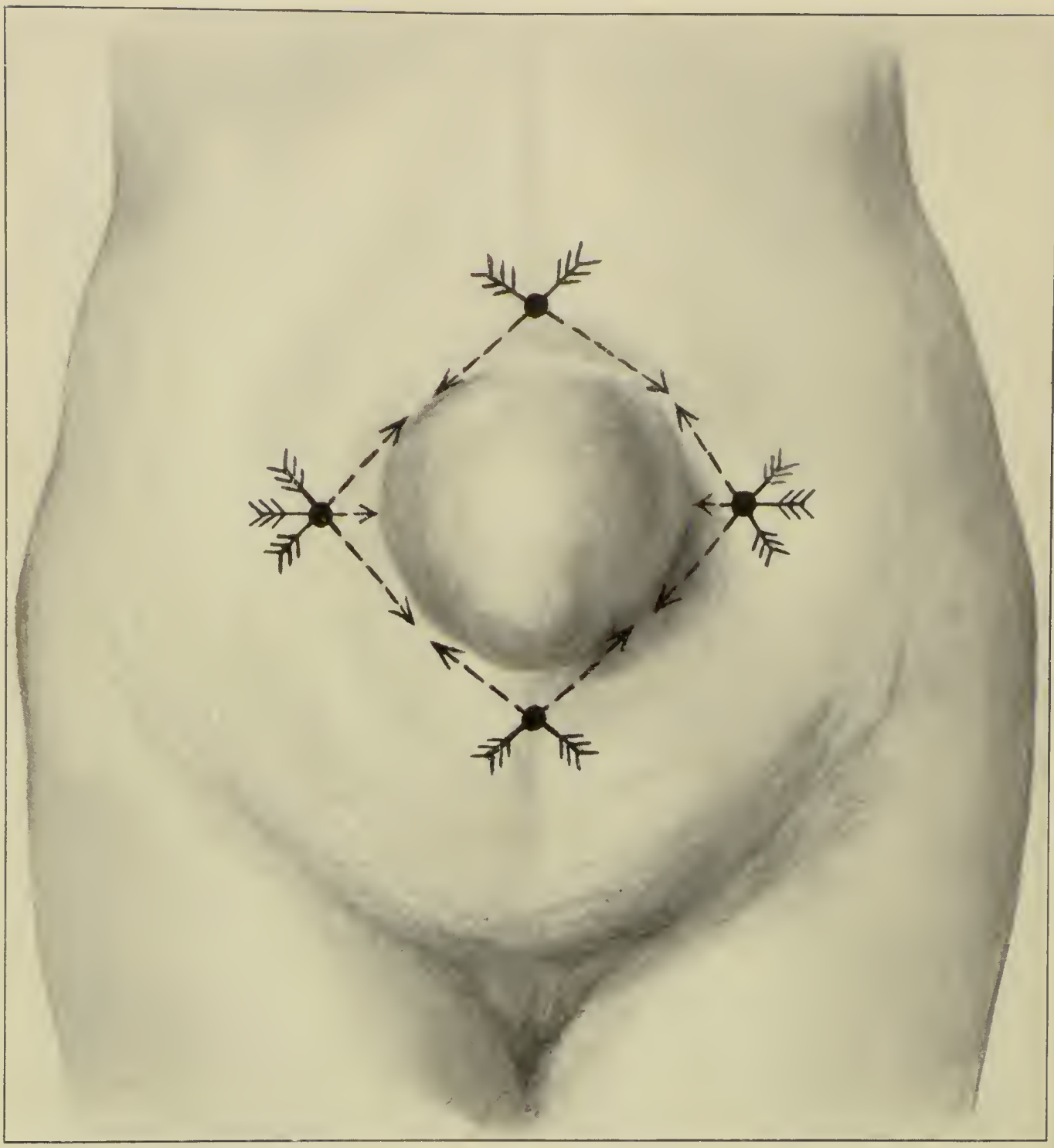


Fig. 129. Die Anästhesierung der Nabelbrüche.

lernen, bevor man an solche Objekte herangeht. Bei ganz besonders fetten Personen ist es zweckmäßig, zunächst nur Haut und Unterhautzellgewebe rings um die Bruchgeschwulst zu infiltrieren, dann die

Aponeurose rechts und links von der Bruchgeschwulst freizulegen. Nun sind die beschriebenen subaponeurotischen Injektionen sehr leicht zu machen. Man muß aber warten, bis Peritoneum und Bruchsack unempfindlich geworden sind. Unser Verfahren ist für alle Nabelbrüche anwendbar, ausgenommen dann, wenn die Mengesche Radikaloperation beabsichtigt ist. Für letztere ist die Lokalanästhesie nicht geeignet. Die Hernien der Linea alba werden nach dem gleichen Verfahren behandelt, wie der Medianschnitt bei Magenoperationen (S. 126), die Größe des umspritzten Gebietes richtet sich nach dem Umfange des

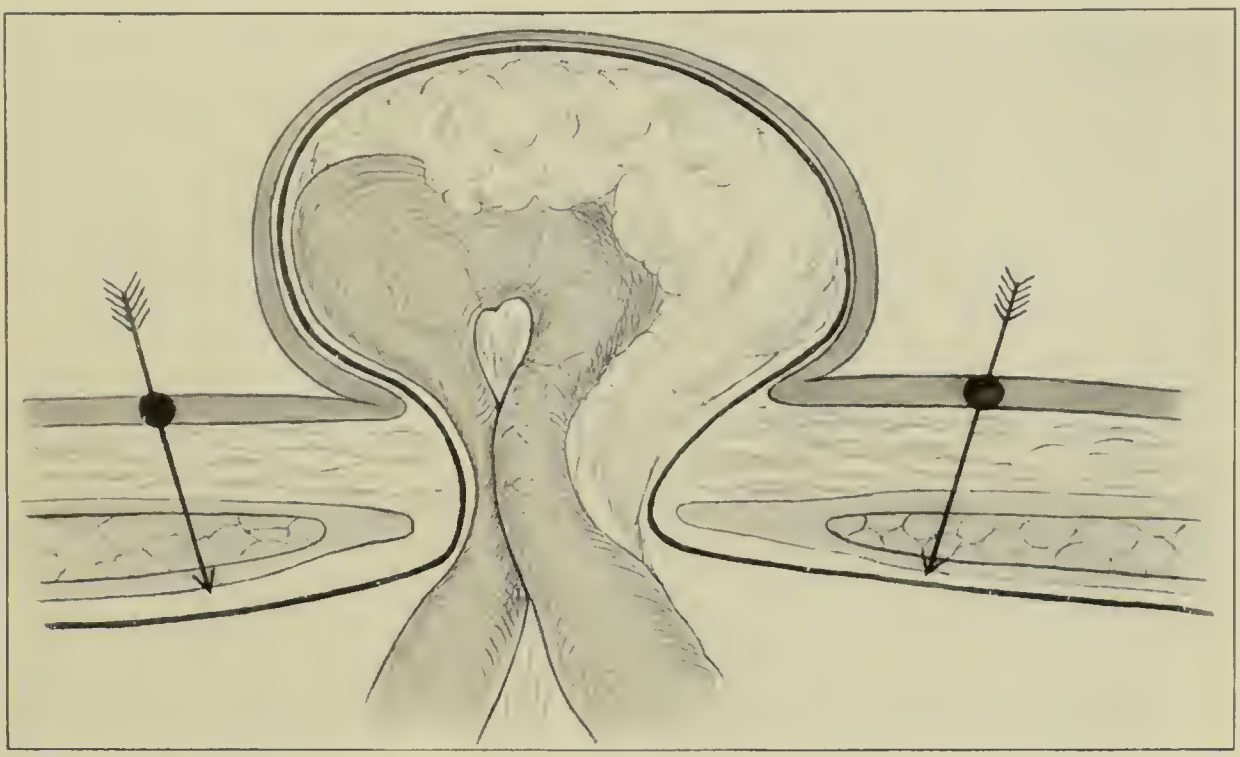


Fig. 130. Querschnitt durch den Nabelbruch, um die Tiefenausdehnung der Injektion zu demonstrieren.

Operationsfeldes. Ebenso lassen sich die meisten postoperativen Hernien mittels Umspritzung vorzüglich in Lokalanästhesie operieren.

Operationen an Leistenbrüchen.

Die Injektionstechnik muß darauf ausgehen, die in das Operationsfeld eintretenden Nervenstämme, bevor sie dasselbe erreichen, zu unterbrechen; außerdem ist eine Umspritzung des Operationsfeldes nötig. Keine dieser Manipulationen genügt für sich allein.

Fig. 131 zeigt schematisch die Innervation der Leisten und Schenkelgegend.

Der N. spermaticus externus, Ast des N. genito-femoralis, gesellt sich am inneren Leistenring zum Samenstrang, begleitet ihn und verläßt an seiner unteren Seite den Leistenkanal, um sich alsdann im Kremaster, der Tunica dartos, der Haut des Skrotums, oder des Labium majus, sowie des Oberschenkels in der Nachbarschaft des äußeren Leistenringes zu verbreiten. Der N. ileo-inguinalis liegt oberhalb der Spina a. s. zwischen den schrägen Bauchmuskeln, tritt dann unter die Faszie des M. obliquus externus und verläßt an der vorderen Seite des Samenstranges oder Bruchsackes den Leistenkanal. Er gibt Äste zur Haut des Oberschenkels, des Skrotums, des Mons pubis ab. Der N. ileo-hypogastricus läuft ungefähr parallel dem vorigen und etwas höher, zunächst auch zwischen den schrägen Bauchmuskeln, dann in der Inguinalgegend unter der Faszie des M. obliquus externus. Er durchbohrt die vordere Rektusscheide, gelangt so in das Unterhautzellgewebe und innerviert die Haut der Inguinalgegend.

Fig. 131.
Innervation der Leisten- und Schenkelgegend.
1 N. genito-femoralis. 2 N. spermaticus externus. 3 N. Lumbo-inguinalis. 4 N. ilio-inguinalis. 5 N. ilio-hypogastricus. 6 Rami cutanei ant. N. intercost. XII.

Die drei Nerven anastomosieren untereinander, es kann einer oder zwei fehlen, und durch zwei oder einen anderen ersetzt sein. Am konstantesten ist nach Bodine der N. ileo-hypogastricus, der nicht selten einen den N. ileo-inguinalis ersetzenden Ast durch den Leistenkanal schickt. Auch der N. ileo-inguinalis und spermaticus externus können sich gegenseitig vertreten. Der tiefer gelegene N. lumbo-inguinalis kommt bei Leistenbruchoperationen kaum in Betracht. Werden die drei erstgenannten Nerven möglichst weit zentralwärts kokainisiert, so muß, worauf Cushing hinwies, der größte Teil des Operationsfeldes unempfindlich werden.

Verfahren bei reponiblem Leistenbruch.

Zwei Einstichpunkte werden markiert (Fig. 132). Punkt 1 liegt drei Querfinger einwärts von der Spina a. s., Punkt 2 genau über dem

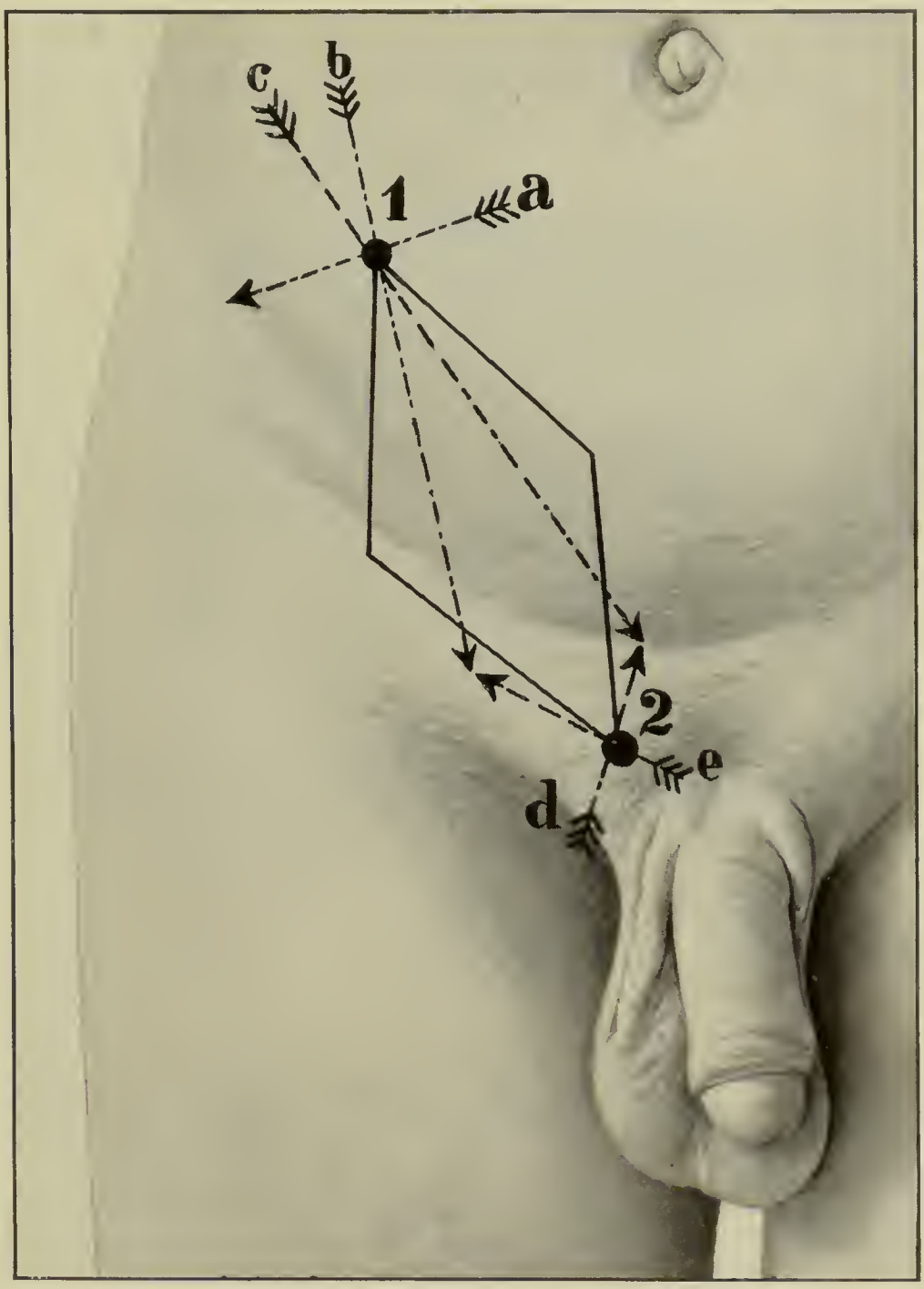


Fig. 132. Verfahren bei freiem Leistenbruch. Die punktierten Pfeile bedeuten die subaponeurotischen, die ausgezogene Linie die subkutanen Injektionen.

horizontalen Schambeinast am äußeren Leistenringe. Vom Punkt 1 infiltriert man nun nach dem Schema Fig. 27, S. 217 die zwischen dem

Einstichpunkt und dem Darmbein gelegene Muskelschicht (Pfeil a). Man injiziert also ca. 20 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in folgender Weise (Fig. 133 und 134). Man sticht die lange Hohlnadel zuerst senkrecht zur Hautoberfläche durch die Aponeurose des M. obliquus ex-

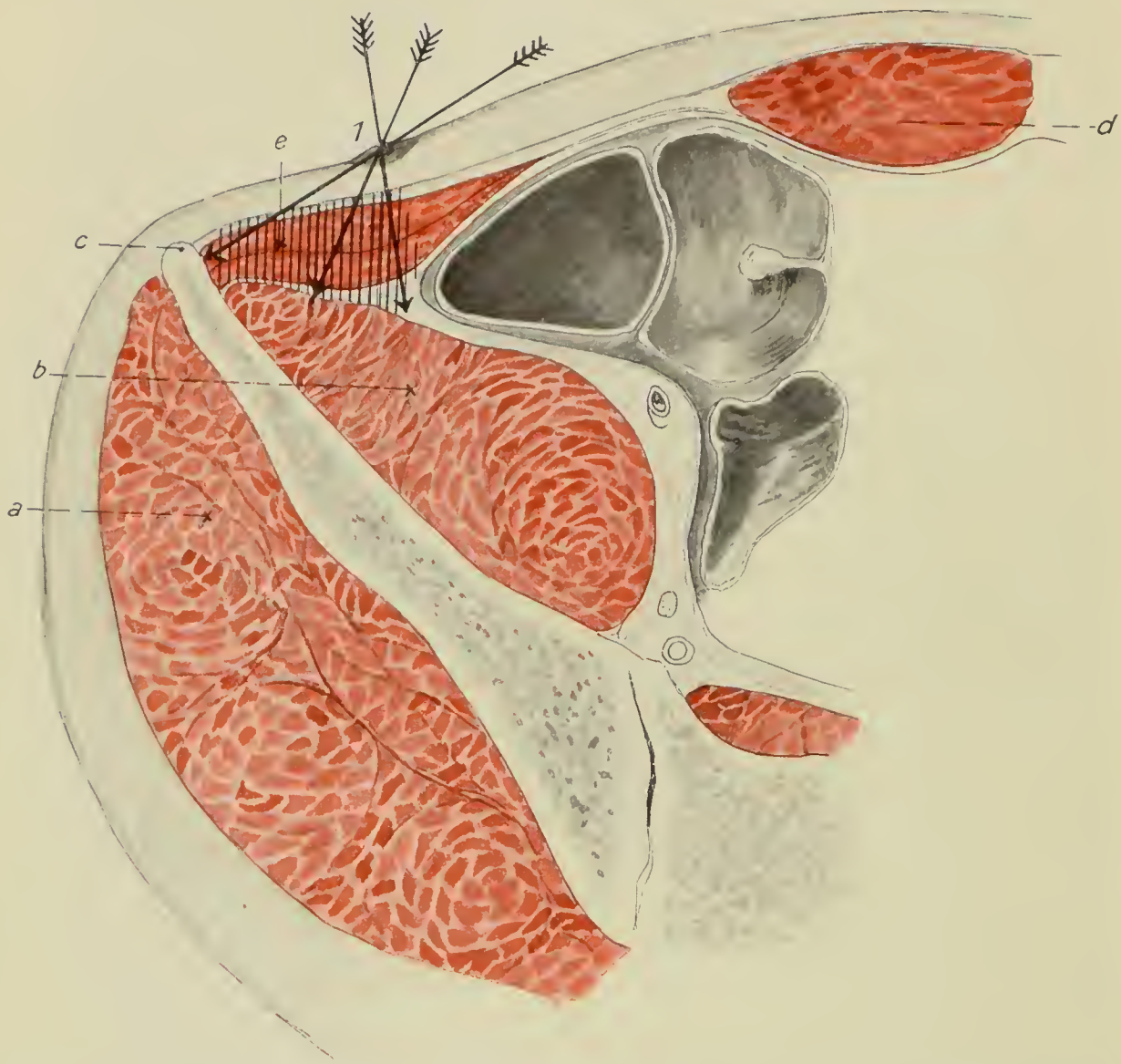


Fig. 133. Querschnitt durch den Bauch in der Höhe der Spina ant. sup. (Nach einem Gefrierschnitt.)

a M. glutaeus. *b* M. iliacus. *c* Spina ilei. *d* M. rectus abdom. *e* M. obliquus ext., int. und transversus. Die Stelle, wo Stamm oder Äste des N. iliohypogastricus und ilioinguinalis liegen können, ist schraffiert. 1 Einstichpunkt.

ternus und durch die Muskelschichten des M. obliquus internus und transversus, dann in mehreren Absätzen immer schräger gegen die Spina, bis die Nadelspitze auf die Darmbeinschaufel aufstößt. Man beachte, daß hier eine sehr dicke Muskelschicht gelegen ist, welche infiltriert werden muß. Diese Injektion unterbricht den N. ileo-inguinalis

und N. ileo-hypogastricus. Vom Punkt 1 aus injiziert man weiter unter die Aponeurose des M. obliquus externus gabelförmig nach einem medial und lateral von der Bruchpforte gelegenen Punkt 10—20 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Vom Punkt 2 injiziert man fächerförmig 10 ccm Lösung in die Tiefe, wobei die Nadel jedesmal auf das Schambein stoßen muß. Vom Punkt 2 injiziert man weiter 10 ccm gabelförmig unter die Aponeurose in den Leistenkanal, also längs des Samenstranges (Pfeil d und e). Schließlich wird der Haut-

Fig. 134.
Nadelführung zur Injektion an die Spina bei Leisten- und Schenkelbruchoperationen.

schnitt subkutan rhombisch umspritzt. Man braucht 75—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Doppelseitige Hernien werden stets beiderseits injiziert und dann erst operiert.

Verfahren bei irreponiblem oder eingeklemmtem Leistenbruch.

Die Lage der Einstichpunkte sowie der subkutanen und subaponeurotischen bzw. subfaszialen Injektionsstreifen ergibt sich aus den Abbildungen Fig. 135 und 136. Vom Punkt 1 führt man zunächst wieder die oben beschriebenen Injektionen gegen das Schambein aus. Es folgen subaponeurotische Injektionen gegen Punkt 2 und 3. Die

nun folgenden tiefen Injektionen von Punkt 2 und 3 werden ausgeführt, während die Bruchgeschwulst mit der linken Hand nach innen

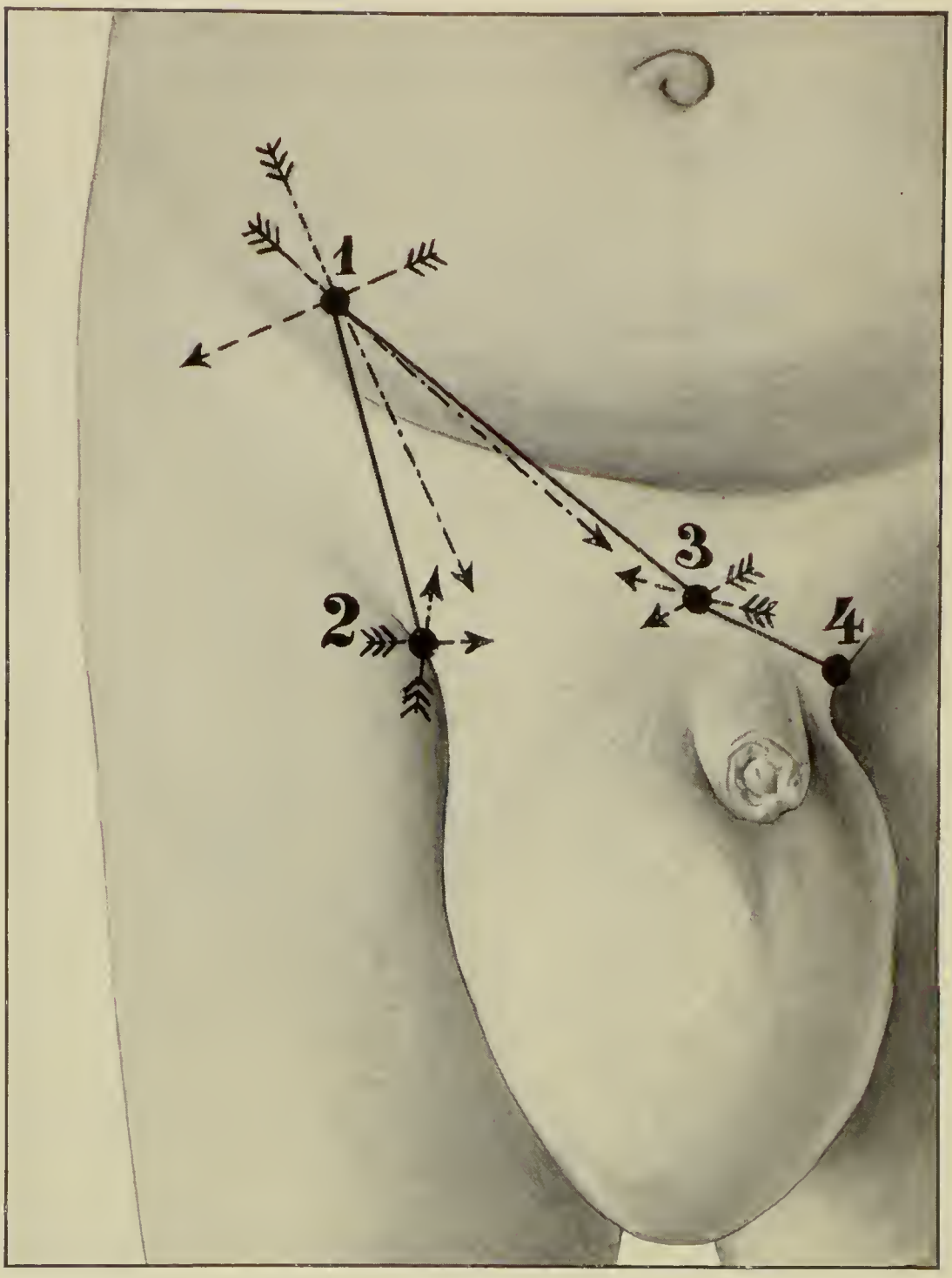


Fig. 135.
Injektion bei irreponiblem Leistenbruch oder freiem Leistenbruch mit großem Bruchsack.
——— Subkutane, - - - - - - - - - subaponeurotische Injektion.

bzw. nach außen ganz beiseite gehalten wird. Von beiden Punkten aus muß die Nadelspitze das Schambein unter der

Bruchgeschwulst erreichen. Weiter wird von Punkt 2 und 3 in den Leistenkanal unter die Aponeurose längs des Bruchsackhalses in-

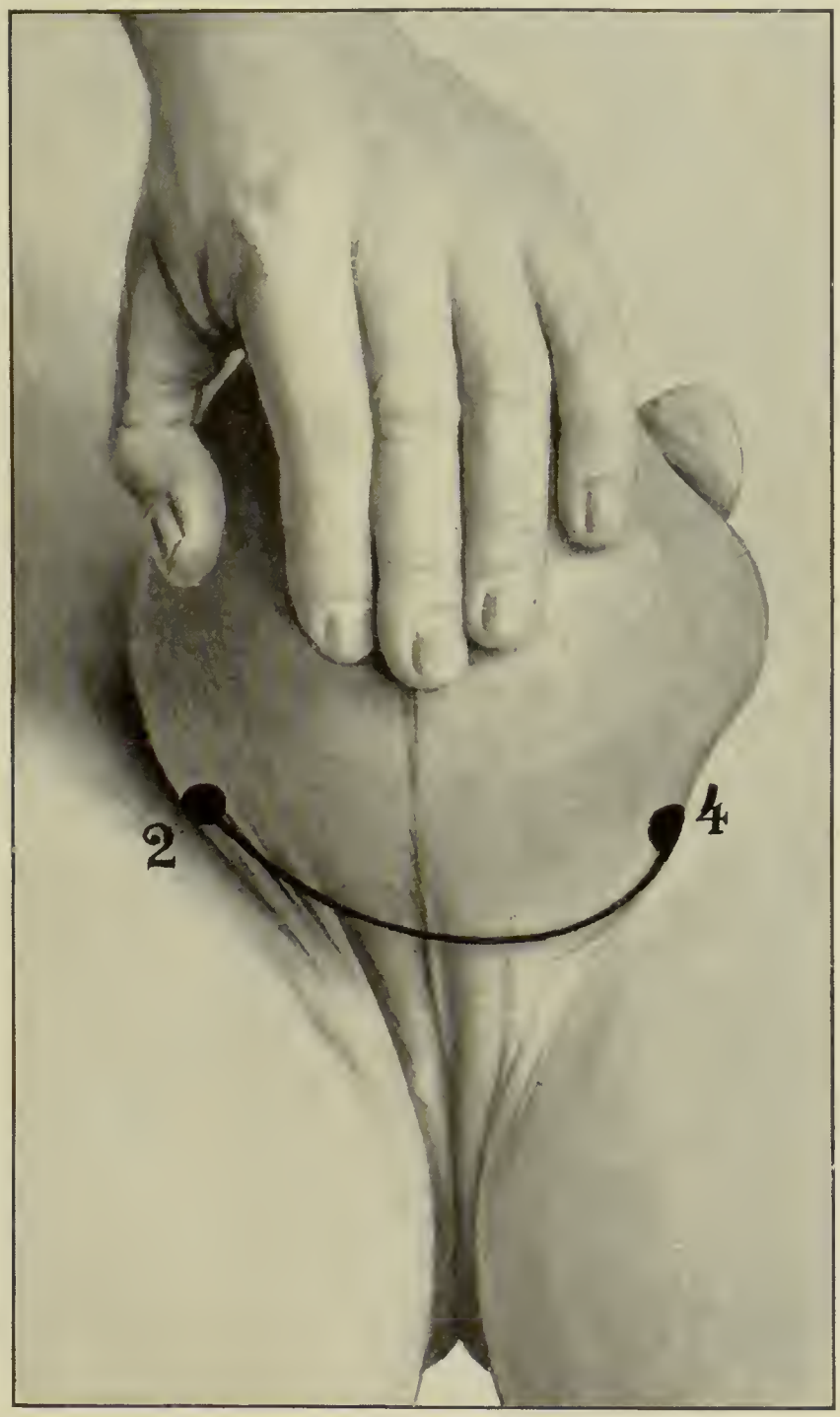


Fig. 136. Ergänzung zu Fig. 135.

jiziert. Den Beschluß bildet die subkutane Injektion zwischen den Punkten 1, 2 und 3, sowie die subkutane Umspritzung des ganzen Skro-

tums und Penis, wie die Abbildungen dies zeigen. Bei sehr großen Hernien braucht man gegen 150 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Reponible Hernien mit sehr großen, bis in den Grund des Skrotums reichenden alten Bruchsäcken behandelt man besser, wie eben für die irreponiblen Hernien beschrieben ist, umspritzt also auch da das ganze Skrotum.

Verfahren bei Schenkelbrüchen.

Ein Blick auf Fig. 131 lehrt, daß das Operationsfeld in der Hauptsache von denselben Nervenstämmen innerviert wird, deren Leitungsunterbrechung den wesentlichen Teil der Anästhesierung des Leistenbruchoperationsfeldes bildet. Die Anästhesierung der Schenkelbrüche geschieht deshalb folgendermaßen (Fig. 137).

Es sind vier Einstichpunkte durch Quaddeln zu markieren. Der Punkt 1 hat die gleiche Lage wie bei Leistenbruchoperationen, drei Querfinger breit medial von der Spina aus. Punkt 2 und 3 liegen medial und lateral von der Bruchgeschwulst und von dem Ende des beabsichtigten, dem Lig. Poupartii parallelen Schnittes. Punkt 4 liegt unterhalb der Bruchgeschwulst.

Man beginnt mit den intramuskulären Injektionen von Punkt 1, welche gegen die Spina gerichtet sind, ganz wie bei Leistenbrüchen. Dann injiziert man von Punkt 1 wiederum gabelförmig subfaszial und führt hierbei die Hohlnadel medial und lateral vom Bruchsackhals bis unter das Lig. Poupartii vor. Darauf injiziert man vom Punkt 4 10 ccm Novokain-Suprareninlösung in die Umgebung des Bruchsackhalses, möglichst nahe an denselben heran, und schließt mit subkutaner Umspritzung, wie die ausgezogene Linie angibt.

Die Operationen sind alsdann vollkommen schmerzlos; weder bei der Radikaloperation, noch wenn bei etwaigen Komplikationen die Spaltung des Lig. Poupartii nach oben notwendig wird, sind weitere Injektionen erforderlich. Auch können die inguinalen Operationsmethoden ohne weiteres angewendet werden.

Die Größe und sonstige Beschaffenheit einer Hernie, ob sie eingeklemmt ist oder nicht, ob reponibel oder nicht, spielt also bei unserem Anästhesierungsverfahren keine Rolle. Schwierigkeiten bereitet die Anästhesierung nur selten bei sehr fettleibigen und aufgeregten Personen. Im letzteren Falle gibt man Morphium oder Morphium-Skopolamin. Sonst brauchen die Kranken keine Vorbereitung mit narkotischen Mitteln. Abdominellen Sensationen begegnet man nur selten einmal, wenn man

einen Bruchsack sehr weit ablöst und herauszieht, oder bei gangränösen Hernien zuweilen, wenn die Mesenterien unterbunden werden. Sie

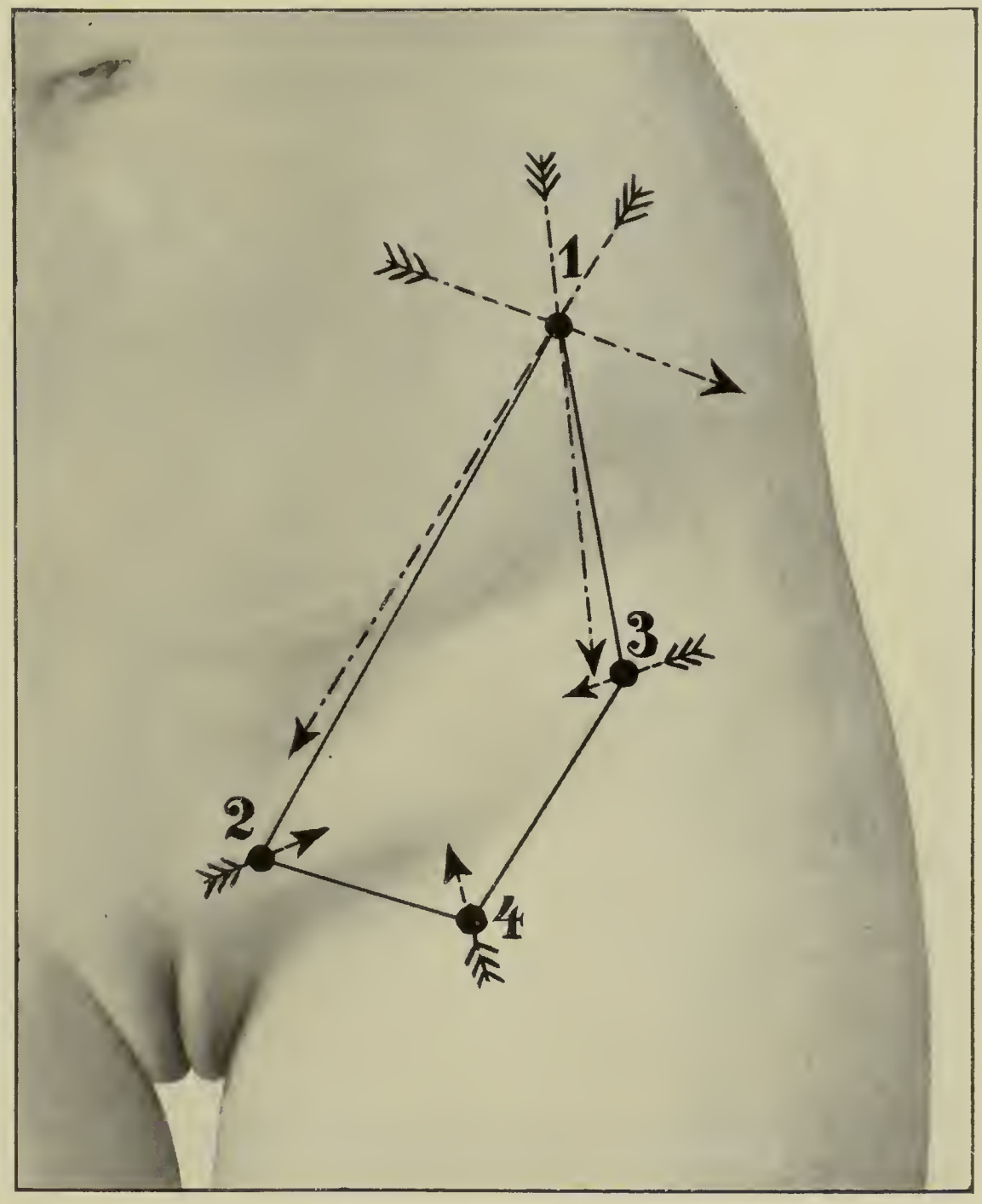


Fig. 137. Anästhesierung beim Schenkelbruch.

halten sich meist in so erträglichen Grenzen, daß man nur ganz ausnahmsweise einmal mit einem kurzen Chloräthylrausch nachzuhelfen hat.

15. Kapitel.

Die Operationen an den Harn- und Geschlechtsorganen und am Mastdarm.

Die Innervation.

Die Innervation der Organe des kleinen Beckens und teilweise der äußeren Genitalien geschieht durch den N. pudendus, durch Beckenäste des N. cutaneus femoris posterior, durch spinale, dem Plexus sacralis entstammende Nerven (N. pelvicus), die sich den sympathischen Nervengeflechten der Beckenorgane beigesellen, und durch die dem Plexus coccygeus angehörigen Nerven. Ihre Ausbreitung am Damm und den äußeren Genitalien ist aus Fig. 138 und 139 zu ersehen.

Der Stamm des N. pudendus verläßt das Becken durch das Foramen ischiadicum majus, legt sich dann aber sofort der Außenfläche der Spina ossis ischii an, um, in seine Äste zerfallend, zwischen Lig. tuberososacrum und spinososacrum wieder ins kleine Becken einzutreten. Fig. 140 zeigt die Lage des Stamms auf der Außenfläche der Spina. Die Äste liegen im Cavum ischio-rectale und versorgen die Haut des Damms, teilweise des Anus, die Haut der Rückseite des Skrotums, die Urethra und Corpora cavernosa, den Penis, beim Weibe die kleinen Labien, also den größten Teil des Introitus vaginae, einen Teil der großen Labien.

An der Innervation der Analgegend und des Damms, der Skrotalhaut und der großen Labien beteiligen sich die Beckenäste des N. cutaneus femoris posterior und die aus dem Leistenkanal herauskommenden Nerven, an der Innervation der Analgegend auch die dem Plexus coccygeus entstammenden Nerven.

Die als N. pelvicus bezeichneten spinalen Nerven entspringen aus dem zweiten, dritten und vierten Sakralnerven, verlaufen beiderseits neben dem Mastdarm nach vorn und verbinden sich mit dem beim Weibe seitlich zwischen Cervix uteri und Mastdarm gelegenen sympathischen Geflecht (Ganglion cervicale uteri) (Fig. 141). Beim Manne liegt dasselbe seitlich zwischen Prostata und Mastdarm. Der N. pelvicus innerviert Blase, Uterus, Prostata und die höher gelegenen Teile des Mastdarms, sowie den unteren Teil des Beckenperitoneums. Das sympathische Ganglion selbst hat natürlich mit der sensiblen Innervation dieser Teile nichts zu tun.

Die Leitungsanästhesie im kleinen Becken.

Ilmer hatte empfohlen, bei Operationen an den weiblichen Genitalien und bei Entbindungen den Stamm des N. pudendus beiderseits durch Injektion von 5—10%iger Kokainlösung zu unterbrechen. Das

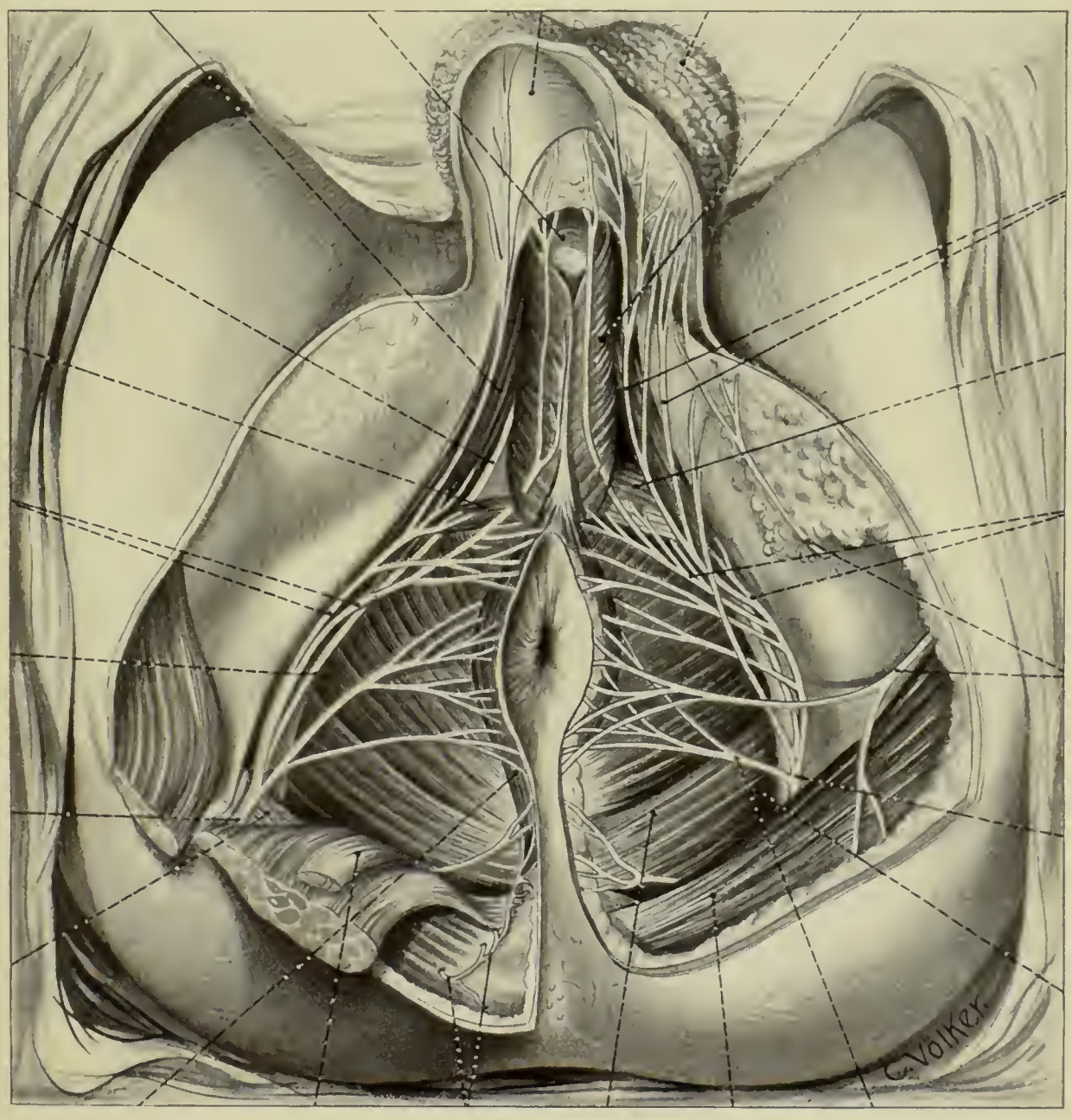


Fig. 138. Nerven der männlichen Dammgegend. (Nach Toldt.)

1 Scrotum. 2 Tunica dartos. 3 Corpus cav. urethrae. 4 M. ischio-cavernosus. 5 N. dorsalis penis. 6 M. transversus perinei superf. 7 N. perinei. 8 N. dorsalis penis. 9 N. pudendus. 10 Lig. sacrospinosum. 11 M. sphincter ani ext. 12 Lig. sacrotuberosum. 13 N. N. ano-coccygei. 14 M. levator ani. 15 M. glutaeus max. 16 N. haemorrhoidalis inf. 17 Fossa ischio-rectalis. 18 N. perinei. 19 Rami perineales des N. cutaneus fem. posterior. 20 Zweige des N. perinei. 21 M. transversus perinei prof. 22 N. N. scrotales posteriores.

von ihm gebrauchte Anästhetikum ist in dieser Form absolut unzulässig und lebensgefährlich. Ilmer bezieht sich auf Ausführungen B. Müllers

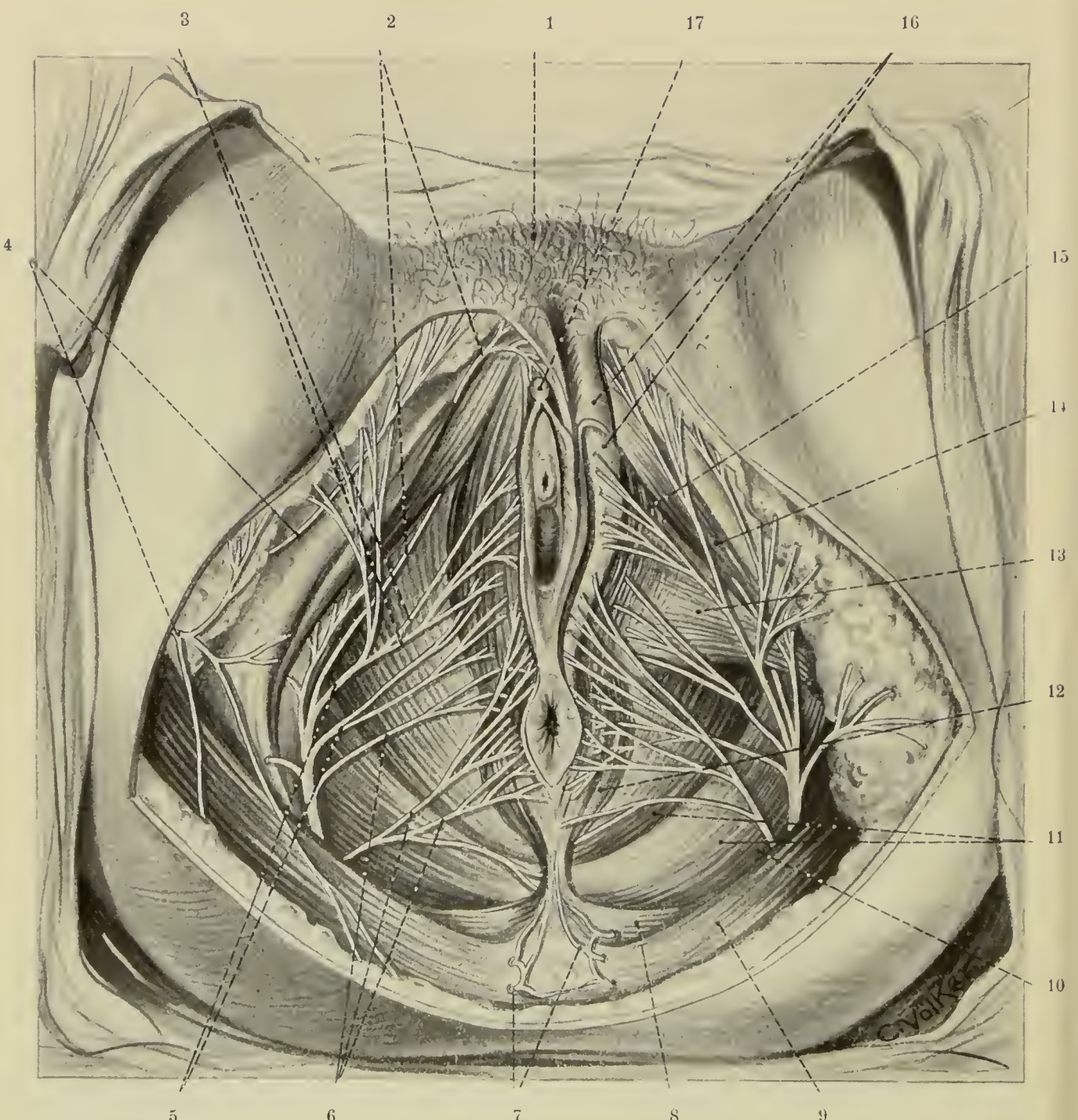


Fig. 139. Nerven der weiblichen Dammgegend. (Nach Toldt.)

1 Mons pubis. 2 N. dorsalis clitoridis. 3 N. N. labiales post. 4 Rami perineales des N. cutaneus fem. post. 5 N. perinei. 6 N. N. haemorrhoidales inf. 7 N. N. ano-coccygei. 8 M. coccygeus. 9 M. glutaeus max. 10 Fossa ischio-rectalis. 11 M. levator ani. 12 M. sphincter ani ext. 13 M. transversus perinei prof. 14 M. ischio-cavernosus. 15 M. bulbo-cavernosus. 16 Labium majus. 17 Clitoris.

(I, 23), welche indessen augenscheinlich rein theoretisch sind und nicht auf praktischer Erfahrung basiert sein können. Denn eine Anästhesie

von der Ausdehnung, wie Müller angibt, ist durch Unterbrechung beider Pudendusstämme unmöglich zu erzielen. Außerdem ist der Stamm des Nerven an der Innenfläche des Beckens sehr unzuverlässig zu treffen, weil er da von der Fascia obturatoria bedeckt ist und sich bereits vor Eintritt in das Cavum ischio-rectale teilt. Franke und Posner raten daher, ihn an der Außenseite der Spina ossis ischii aufzusuchen (Fig. 140), wo er im lockeren Bindegewebe gelegen ist. Sie

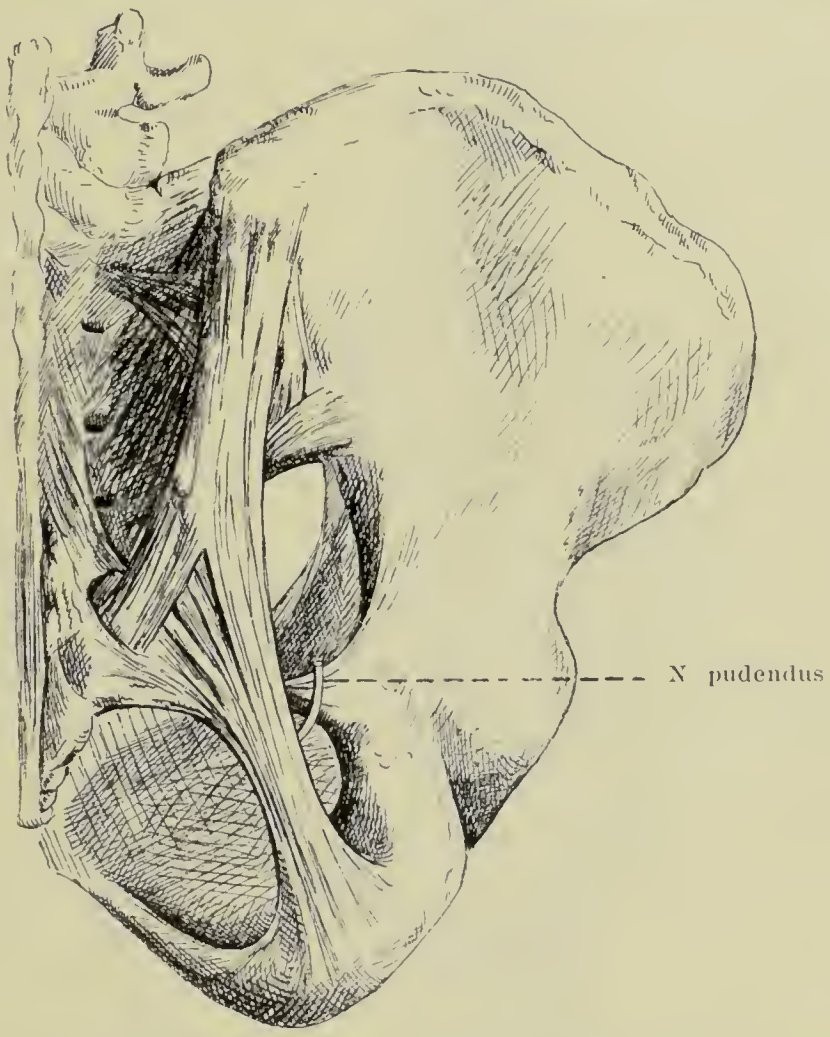


Fig. 140. Lage des N. pudendus auf der Spina ossis ischii.

führen eine 15 cm lange Hohlnadel von einem seitlich vor dem After gelegenen Einstichpunkt aus unter Leitung eines in den Mastdarm eingeführten Fingers bis an die fühlbare Spina ossis ischii und dann rückwärts an ihr vorbei an deren Außenfläche. Die Fühlbarkeit der Spina ist zuweilen recht problematisch, und das Treffen der Spina mit der langen Nadel, soweit entfernt vom Einstichpunkt, ist recht schwierig.

Der Wert der Unterbrechung des Pudendusstammes für sich allein ohne N. cutaneus femoris post., Plexus coccygeus und N. pelvicus ist

ein sehr geringer. Es ist viel leichter, seine Äste durch geeignete Injektionen auszuschalten, wie wir noch sehen werden.

Die Beckenäste des N. cutaneus femoris posterior trifft man leicht zugleich mit den Pudendusästen durch Injektionen in das Cavum

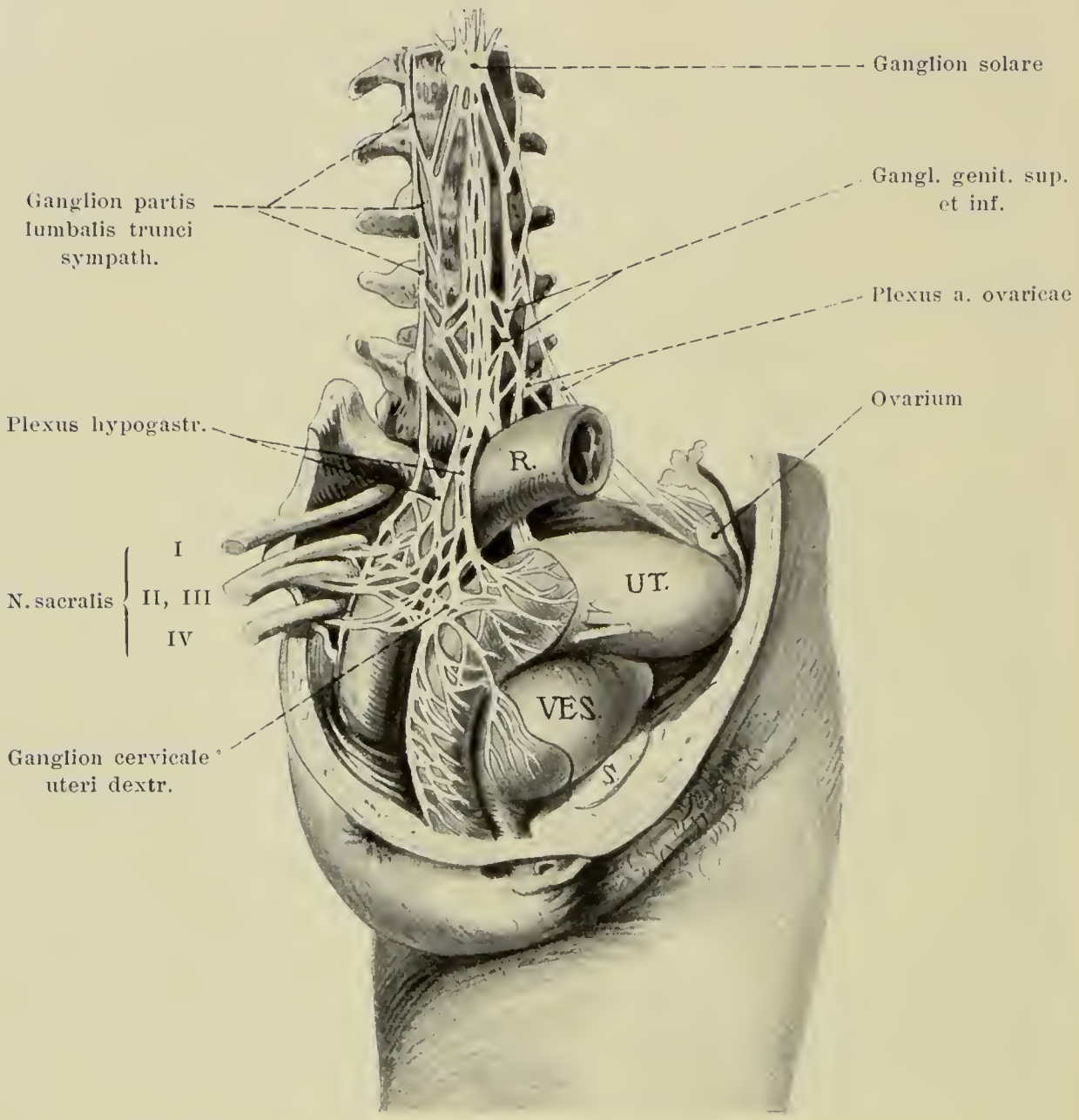


Fig. 141. Die Innervation der Beckenorgane. (Nach Corning.)

ischio-rectale, den Plexus coccygeus durch Injektionen zwischen Steißbein und Mastdarm.

Den N. pelvicus suchten Franke und Posner durch Injektion in die Gegend des sympathischen Ganglion cervicale uteri (Fig. 141) zu treffen. Sie führen zu diesem Zweck eine 15 cm lange Hohlnadel von einem seitlich vor dem After gelegenen Punkt seitlich zwischen Mast-

darm und Prostata in die Höhe bis in die Gegend des Ganglions und injizieren dort beiderseits je 15 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung. In Verbindung mit der oben erwähnten Injektion an den Pudendusstamm und mit Injektionen in das Cavum ischio-rectale konnten sie perineale Prostatektomien und eine Lithothripsie schmerzlos ausführen.

Es liegt jedoch näher und ist auch technisch erheblich einfacher, die Sakralnerven an ihren Austrittsstellen aus den Sakrallöchern zu unterbrechen. Man unterbricht hierbei den N. pelvicus, den ganzen Plexus pudendus und den N. cutaneus femoris posterior und gewinnt dadurch eine ausgezeichnete Anästhesie der Beckenorgane und des unteren Teils des Beckenperitoneums. Ich nenne dieses Verfahren

parasakrale Leitungsanästhesie

in Anlehnung an die paravertebrale Anästhesie von Sellheim-Läwen (S. 314), wo die Injektionen ebenfalls an die aus dem Spinalkanal austretenden Nervenstämme gemacht werden. Die Technik der parasakralen Injektion ist folgende.

Die beiden Einstichpunkte liegen 1½—2 cm von der Mittellinie entfernt, rechts und links neben dem Gelenk zwischen Steißbein und Kreuzbein. Die Betrachtung der Innenfläche des Kreuzbeins lehrt, daß im unteren Teil, zwischen zweitem und fünftem Sakralloch, der Knochen nur wenig gewölbt ist, so daß man die Hohlnadel von dem erwähnten Punkt, fast ohne den Kontakt zwischen Nadelspitze und Knochen zu verlieren, bis zum zweiten Sakralloch, entlang der Innenfläche, in gerader Linie vorschieben kann. Oberhalb des zweiten Sakrallochs muß dann die Nadelspitze unbedingt auf den Knochen treffen und läßt sich nicht weiterschieben. Dieser Punkt ist vom Einstichpunkt (die Weichteile nicht mitgerechnet) beim Erwachsenen 6—7 cm entfernt.

Man geht daher so vor, daß man den Kranken in Steißrückenlage bringt, die Hohlnadel in einer der Innenfläche der unteren Kreuzbeinhälfte parallelen Richtung einsticht und zunächst mit der Nadelspitze den Rand des Kreuzbeins aufsucht. Dann tastet man sich an dem Rande vorbei und schiebt die Hohlnadel längs der Innenfläche des Kreuzbeins, parallel zur Medianebene vor, bis sie ungefähr in der angegebenen Tiefe auf Knochen stößt. Auf dem ganzen Wege, also vor dem 2.—5. Sakralloch, injiziert man 20 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Bevor man nicht den Kontakt mit dem Knochen hat, soll nichts injiziert werden. Nun wird die Nadel bis zum Kreuzbeinrande zurückgezogen und, in einem kleinen Winkel mehr nach der Linea innominata gerichtet, immer parallel zur Medianebene, von neuem vorgeschoben.

Sie dringt in dieser Richtung weiter als vorher ein, bis sie in einer Entfernung von 9—10 cm vom Einstichpunkt (die Weichteile nicht mitgerechnet) nochmals auf Knochen stößt, und zwar oberhalb des ersten Sakralloches. Hier injiziert man wieder 20 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Den Schluß bildet die Injektion von 5 ccm der Lösung zwischen Mastdarm und Steißbein von demselben Einstichpunkt. Das gleiche geschieht auf der anderen Seite. Man braucht also im ganzen 100 ccm Lösung. Fig. 142 zeigt die beschriebene Nadelführung. Die Hohlnadel muß 12 cm lang sein (Nr. 7, S. 200).

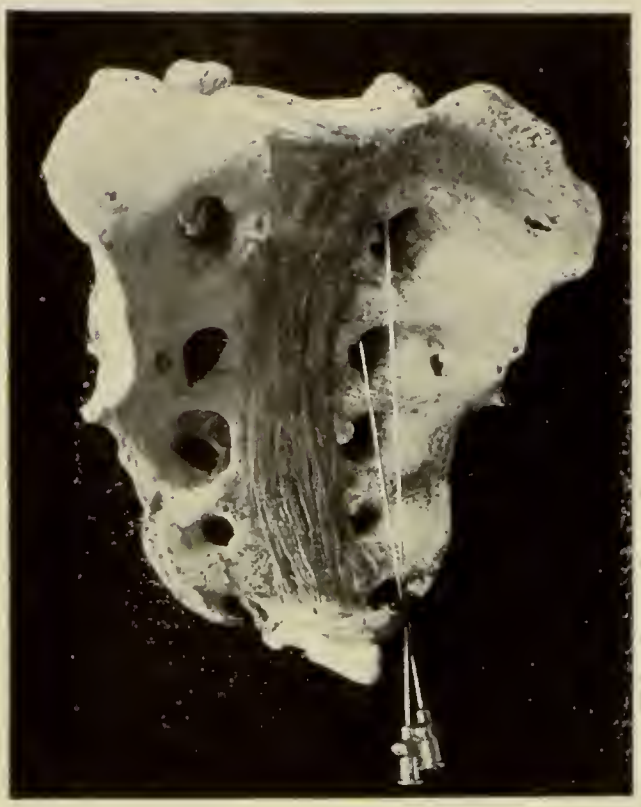


Fig. 142. Nadelführung zur parasakralen Leitungsanästhesie.

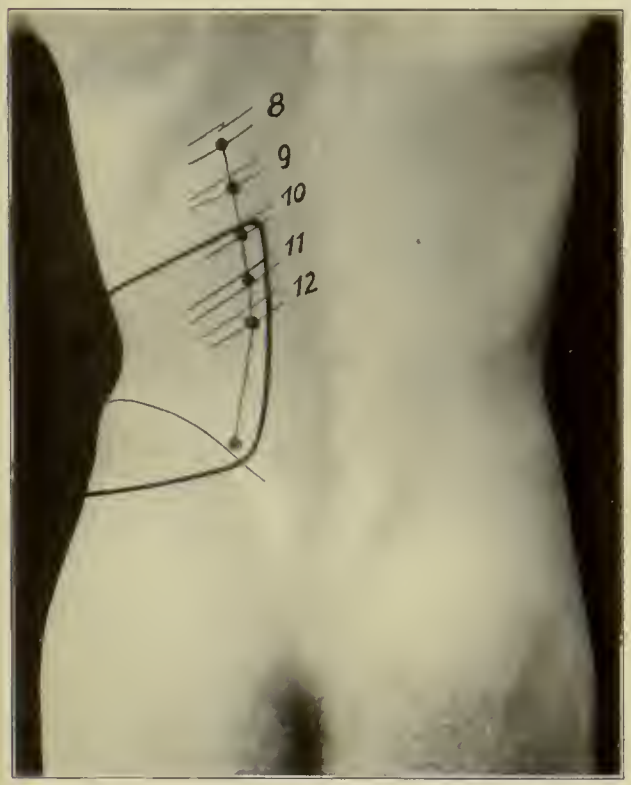
Ich führe die Injektion ganz ohne Hilfe des in den Mastdarm eingeführten Fingers aus, weil sich gezeigt hat, daß der leere Darm nicht verletzt wird und der Nadel ausweicht. Hat man Bedenken in dieser Richtung, so mag man, namentlich bei der Injektion an den ersten Sakralnerven, die Lage der Nadel mit dem Finger kontrollieren.

Wir haben dies Verfahren bei Prostatektomien, bei der Operation von Totalprolapsen des Uterus mit oder ohne künstliche Verlagerung des Uterus, ferner bei Mastdarmexstirpationen und -resektionen wegen Karzinom ausgeführt. Der Mastdarm ließ sich bis zur Flexur völlig schmerzlos auslösen. Die Anästhesie reicht höher nach oben, als bei Läwens sakraler Anästhesie und betrifft im übrigen die gleichen Segmente wie diese. Die Haut der Hinterfläche des Oberschenkels erwies sich stets bis in die Kniekehlengegend unempfindlich infolge der Unterbrechung des N. cutaneus femoris posterior. Der Sphincter ani ist natürlich gelähmt. Harnröhre, Prostata und Blase sind völlig unempfindlich.

Für die Uterusexstirpation reicht dagegen die Anästhesie des parietalen Peritoneums nicht hoch genug hinauf. Man braucht bekanntlich auch ziemlich hohe Lumbalanästhesien, wenn man

Uterusexstirpationen ausführen will. Der vom Plexus sacralis allein versorgte Teil des Peritoneums beschränkt sich auf den Beckenboden.

Die parasakrale Anästhesie ist nach unseren bisherigen Erfahrungen eine Anästhesierungsmethode von großer Zuverlässigkeit. Das ist sie deshalb, weil die Führung der Hohlnadel durch deren Fühlung mit Knochenpunkten bestimmt wird. Sie ist zuverlässiger als die sakrale Anästhesie. Nebenwirkungen haben wir nicht beobachtet.



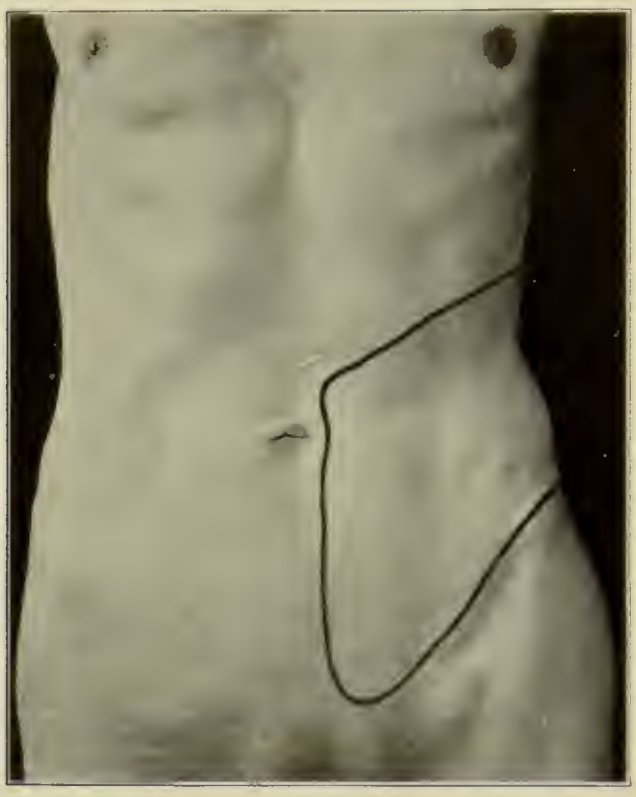


Fig. 143. Anästhesierungstechnik für Nierenoperationen. Fig. 144. Die Linie bezeichnet die Ausdehnung der Anästhesie.

Nierenoperationen.

Läwen (XVI, 17) beschreibt eine mit gutem Erfolg in Lokalanästhesie ausgeführte Pyelotomie wegen Nierenstein. Er injizierte paravertebral von vier etwa 4 cm von der Mittellinie entfernten Einstichpunkten je 10 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung an den zwölften Interkostalnerven und ersten bis dritten Lumbalnerven und umspritzte das Operationsfeld mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Nur die Luxation der Niere war nicht ganz unempfindlich.

Kappis (XVI, 15, 16) empfiehlt für Nierenoperationen die reine paravertebrale Leitungsanästhesie ohne gleichzeitige Umspritzung. Man muß hierzu D_8—L_1, bei Operationen am Ureter auch L_2 und L_3 inter-

brechen. Kappis bemerkt, daß seit der Ausbildung dieses Verfahrens die Nierenoperationen in der Kieler Klinik prinzipiell in Lokalanästhesie ausgeführt würden. Über die Technik der paravertebralen Injektionen siehe S. 314.

Ich habe, hierdurch angeregt, die Exstirpation eines großen Hypernephroms mit der Technik von Kappis mit ausgezeichnetem Erfolge ausgeführt. Die Kranke hat von der langwierigen Operation nichts gefühlt, als das Unterbinden des Nierenstiels, wobei sie einige Züge Äther erhielt.

Drei Nephrotomien führte ich nach folgendem Verfahren aus (Fig. 143, 144). Bei allen drei Kranken konnten wir die Ausbreitung der Anästhesie genau beobachten und feststellen. D_8—D_{12} wurde mit je 5 ccm 1%iger Lösung unterbrochen. Die Einstichpunkte lagen in einer Linie, welche der Verlängerung des äußeren Randes des M. quadratus lumborum entsprach. Es wurde nun noch ein Einstichpunkt am Darmbeinkamm, wiederum am Außenrande des M. quadratus, markiert, und von diesem und dem Einstichpunkt für D_{12} eine bis ins Nierenfett sich erstreckende Gewebsschicht nach dem Schema Fig. 27, S. 217, sehr ausgiebig mit etwa 75 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Weitere Injektionen oder Umspritzungen waren nicht notwendig, denn die Anästhesie der Haut hatte die in Fig. 143, 144 bezeichnete Ausdehnung. Die Operationen sind ganz schmerzlos gewesen, allerdings hat es sich um magere Kranke gehandelt und die Niere war leicht zugänglich. In unseren Fällen war auch das Vorziehen und Luxieren der Niere schmerzlos.

Ich glaube demnach, daß die Lokalanästhesie im Begriff ist, sich die Nierenchirurgie zu erobern.

Die Anästhesierung der Blasen- und Harnröhrenschleimhaut.

Die Applikation konzentrierter Kokainlösung auf so große resorbierende Flächen, wie Blase und männliche Urethra, ist bekanntermaßen mit ganz erheblicher Lebensgefahr verbunden. Zahlreiche Opfer hat diese unzulässige Form der Kokainapplikation gekostet. Selbst nur 1%ige Kokainlösung hat, in Menge von 5 ccm in die Urethra injiziert, plötzlichen Tod verursacht (Czerny, VIII, 30). Die toxischen Nebenwirkungen des Mittels sind bei dieser Art der Anwendung ganz und gar von der Konzentration der Lösung abhängig und nicht von der Menge derselben. Verdünnte Kokainlösung (0,1—0,2% für die Blase, 0,5% für die Urethra) mit Suprareninzusatz ist ungefährlich und bewirkt den gleichen Grad von örtlicher Anästhesie wie konzentrierte Lösung, wenn sie nur genügend lange mit der Schleimhaut in Kontakt gelassen wird.

Alypin in Verbindung mit Suprarenin vermag von den neueren Mitteln Kokain am besten zu ersetzen. Vorsicht mit konzentrierten Lösungen ist aber auch beim Gebrauch dieses Mittels am Platze. Denn Garrasch hat zweimal nach Injektion von 5 ccm 2%iger bzw. 5%iger Alypinlösung in die Urethra schwere Vergiftungen erlebt (s. S. 135)

Um die Blasenschleimhaut gegen Berührungen mit Instrumenten und oberflächliche operative Eingriffe unempfindlich zu machen, füllt man die Blase mit ½%iger Alypinlösung mit Suprareninzusatz und läßt letztere 15—30 Minuten in ihr stehen. War es nicht möglich, die Blasenschleimhaut vor der Injektion der Lösung genügend zu reinigen, ist die Blase mit Blut gefüllt, die Schleimhaut inkrustiert oder mit fest anhaftendem Schleim bedeckt, so ist ein für die Anästhesierung ausreichender Kontakt der Lösung mit der Schleimhaut nicht zu erreichen. Bei intravesikalen Manipulationen, welche durch die Urethra hindurch stattfinden, ist die Anästhesierung des hinteren, sehr empfindlichen Teils der Urethra meist wichtiger, wie diejenige der Blasenschleimhaut.

Um die Schleimhaut der männlichen Harnröhre unempfindlich zu machen, verfährt man, wenn sie durchgängig ist, folgendermaßen. Ein dünner Nélatonkatheter wird in die Blase eingeführt und so weit zurückgezogen, bis eben keine Flüssigkeit mehr ausläuft. In den Katheter injiziert man nun 5 ccm 1%ige Alypin-Suprareninlösung (über die Herstellung derselben s. S. 207), während er gleichzeitig langsam herausgezogen wird. Während des Herausziehens wird das Ausfließen von Flüssigkeit aus der Harnröhrenmündung verhindert, der Penis wird mit einem Bande zugebunden. Die Lösung muß mindestens zehn Minuten, besser eine Viertelstunde in der Harnröhre belassen werden. Das ist absolut wesentlich, denn davon hängt die Intensität und Dauer der örtlichen Anästhesie ab. Ist die Urethra nicht passierbar, so muß man die Lösung von vorn injizieren und den Penis zubinden, auch — bei Strikturen — die Injektion wiederholen, wenn die Striktur passierbar geworden ist. Dieses Verfahren macht den Katheterismus und Dehnung von Strikturen gänzlich schmerzlos.

Um die Schleimhaut der weiblichen Urethra unempfindlich zu machen, taucht man einen armierten Watteträger in 2%ige Alypin-Suprareninlösung und bringt alle Teile der Schleimhaut vom Orificium externum bis zum Blasenhals durch Auswischen und Aufdrücken in Kontakt mit dem Anästhetikum. Auch diese Manipulation muß mehrere Minuten hindurch wiederholt werden. Zur extremen Dehnung der Urethra, wie sie zuweilen verlangt wird, reicht die gewonnene Schleimhautanästhesie nicht aus. Dagegen wird völlige Anästhesie für diesen Ein-

griff durch zirkuläre Umspritzung der Urethra mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung erzielt.

Die Epizystotomie.

Wir führen die Epizystotomie wegen Blasenstein fast ausnahmslos in Lokalanästhesie aus. Die Blase wird — wenn nötig, nach sorgfältiger Spülung — mit ½%iger Alypin-Suprareninlösung gefüllt. Man markiert nun zwei Einstichpunkte (Fig. 145) und beginnt die Injektion damit, daß man eine lange Hohlnadel vom Punkt 1 aus dicht über der Symphyse durch die Aponeurose in verschiedenen Richtungen tief in den prävesikalen Raum einführt und diesen reichlich (40—50 ccm) mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Es folgt die Anästhesierung der

Fig. 145. Injektion zur Epizystotomie.

Bauchdecken in der Schnittlinie von beiden Punkten aus, wie S. 338 beschrieben ist. Hierzu sind noch 20 ccm der gleichen Lösung nötig. Die oberhalb der Symphyse freigelegte Blasenwand war in den meisten Fällen nicht schmerzempfindlich. Ganz vereinzelt mußte ich die Stelle, wo die Blase geöffnet werden sollte, wahrscheinlich infolge ungenügender Infiltration des prävesikalen Raumes, vor der Durchschneidung noch einmal besonders infiltrieren.

Operationen am Skrotum und den Hoden.

Die Haut des Skrotums und die Tunica vaginalis comm. werden größtenteils vom Damm her durch die subkutan verlaufenden Endäste des N. pudendus und cutaneus fem. post., weiter oben auch von Zweigen des aus dem Leistenkanal herauskommenden N. ileo-inguinalis

und spermaticus ext. innerviert. Letztere beiden Nerven versorgen allein Samenstrang, Hoden und Tunica vaginalis propria. Zu einer vollständigen Anästhesie dieser Teile ist daher folgende Injektion nötig.

Man markiert jederseits einen Einstichpunkt, wo der Samenstrang das Schambein kreuzt, je einen weiteren Einstichpunkt seitlich, wo die Skrotalhaut in die Haut der medialen Fläche des Oberschenkels übergeht (Fig. 146).

Es ist nun zunächst der Samenstrang mit seinen Nerven unempfindlich zu machen. Nach Reclus sticht man zu diesem Zweck eine Hohl-

Fig. 146. Umspritzung von Penis und Skrotum für Operationen am Skrotum und den Hoden.

nadel in den mit zwei Fingern der linken Hand emporgehobenen Samenstrang und injiziert das Anästhetikum (Fig. 147).

Da dies Emporheben des Samenstranges, zumal bei hoch hinaufreichenden Hydrozelen, nicht immer möglich ist, ziehe ich folgendes Verfahren vor. Man sticht vom Punkt 1 eine Hohlnadel auf das unterliegende Schambein, so daß man den Knochen mit der Nadelspitze fühlt, und zwar fächerförmig in drei verschiedenen Richtungen, senkrecht, mehr nach der Symphyse zu und mehr lateralwärts, und injiziert jedesmal 5 ccm $^1/_2$%ige Novokain-Suprareninlösung. In Fig. 148 bezeichnen

die Nadeln die beiden letztgenannten Richtungen. Auf diese Weise kann einem der Samenstrang nicht entgehen. Schließlich injiziert man noch zum Überfluß 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in den Leistenkanal (Fig. 149).

Man erhält dann eine zuverlässige Unterbrechung der den Samenstrang begleitenden Nerven. Bei doppelseitigen Operationen ist diese Manipulation natürlich beiderseits auszuführen.

Es folgt nun die zirkuläre subkutane Umspritzung des ganzen Skrotums, auch bei einseitigen Operationen, in einer Linie, welche die vier

Fig. 147. Injektion in den Samenstrang nach Reclus.

Einstichpunkte verbindet (Fig. 146). Fig. 150 veranschaulicht die Haltung der Hohlnadel bei der subkutanen Injektion vom Punkt 4 gegen den Damm. Bei fetteren Personen muß dort die Infiltration der Umspritzungslinie reichlich und mehrschichtig ausgeführt werden, um die N. scrotales posteriores sicher auszuschalten. Man braucht daher für die Umspritzung nicht selten 50 ccm und mehr ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Dies Verfahren ist geeignet für alle Operationen am Skrotum und am Testikel, also vor allem für die Radikaloperation der Hydrozelen und die Ablatio testis. Wenn diese Operationen von dem

inguinalen Schnitt Kochers aus ausgeführt werden, so gelangt man gleich zu Beginn der Operation auf den Samenstrang. Sollte sich nun

Fig. 148. Fächerförmige Injektion auf das Os pubis bei einer Hydrozele.

nach Freilegung der Tunika und des Hodens zeigen, daß die Samenstranginjektion nicht gut gelungen wäre, was dem mit diesen Mani-

Fig. 149. Injektion in den Leistenkanal bei einer Hydrozele.

pulationen nicht vertrauten Operateur wohl gelegentlich passieren kann, so genügt es, nun nachträglich einige Tropfen 2%iger Novokain-Supra-

reninlösung in den Samenstrang zu injizieren, um sofort die gewünschte Anästhesie noch herbeizuführen.

Operationen am Penis.

Zur Ausführung der einfachen dorsalen Spaltung des Präputiums bei der Phimose hat man nur die Schnittlinie zwischen den beiden Vorhautblättern zu infiltrieren. Man sticht also eine möglichst feine Hohlnadel am Rande der Vorhaut ein (Fig. 151), führt sie zwischen Haut und

Fig. 150. Ausführung der Umspritzung an der Rückseite des Skrotums.

Vorhaut bis über den Sulcus coronarius nach oben, injiziert auf diesem Wege 1—2 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Zuweilen läßt sich die Injektion bequemer von einem am Dorsum penis gelegenen Einstichpunkt aus machen, wobei die Nadel subkutan bis an den Rand des Präputiums vorgeschoben wird.

Die Anästhesierung des ganzen Präputiums bei Phimosen war in den früheren Auflagen dieses Werkes folgendermaßen beschrieben. Man zieht die Vorhaut straff über die Eichel und fixiert sie in dieser Lage durch Zubinden mittels eines Fadens. Man injiziert das Anästhetikum zirkulär subkutan in den Sulcus coronarius und entfernt

den Faden erst nach eingetretener Anästhesie. Bei Paraphimosen ist zirkulär in den Sulcus coronarius, und ferner, ebenfalls zirkulär, oberhalb des einklemmenden Ringes zu injizieren.

Bei der Injektion suprareninhaltiger Lösungen in die peripheren Teile des Penis ist große Vorsicht am Platze. Die das Präputium ernährenden Arterien sind Endarterien. Wird zu reichlich ringsherum Novokain-Suprareninlösung injiziert, so kann die Suprareninwirkung leicht zu langdauernd werden. Das so behandelte Präputium befindet sich ungefähr in der gleichen Lage wie ein gestielter Hautlappen (siehe S. 165). Die Gewebe vermögen sich infolge der Kontraktion aller blutzuführenden Arterien der injizierten Substanzen nicht oder zu langsam zu entledigen, und letztere können Gewebsschädigungen verursachen.

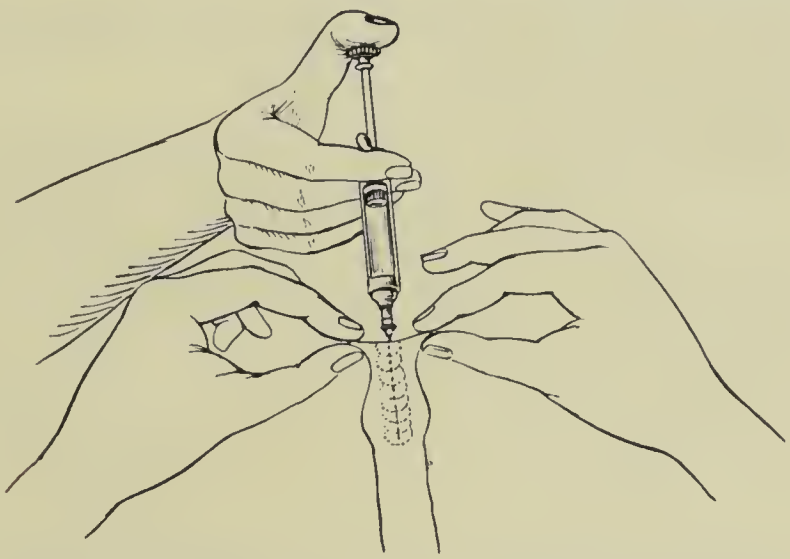


Fig. 151. Injektion zur dorsalen Spaltung der Vorhaut.

Ich habe zwar solche Schädigungen nicht selbst gesehen, denn ich habe in einen Penis nie mehr als 1—1½ ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung injiziert. Aber gehört habe ich wiederholt, daß solche Gewebsschädigungen vorgekommen sind. Ich rate deshalb, von zirkulären peripheren Injektionen in den Penis überhaupt ganz abzusehen und durch Injektionen an die Peniswurzel stets, auch bei Phimosenoperationen, den ganzen Penis unempfindlich zu machen.

Injiziert man ringförmig am Penisschaft ein Anästhetikum subkutan, wie Krogius (IX, 70) beschrieben hat, so wird die Eichel und der ihr unmittelbar benachbarte Teil des inneren Vorhautblattes häufig nicht unempfindlich, was zu lebhaften Klagen bei Phimosenoperationen Veranlassung gibt. Dies wird anders, wenn man mit der Injektion ganz an die Symphyse geht, in folgender Weise (Fig. 152).

Die Anästhesierung des ganzen Penis.

Es werden zwei Einstichpunkte markiert rechts und links von der Peniswurzel, da wo der Samenstrang den horizontalen Schambeinast kreuzt. Während nun der Penis langgezogen gehalten wird, injiziert man von beiden Punkten aus ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Man führt die Nadel zunächst in die Tiefe bis unmittelbar an die Corpora cavernosa und umspritzt diese ringsherum an der Stelle, wo sie aus dem Symphysenwinkel herauskommen und sich zum Penisschaft zusammenlegen. Unten dringt die Hohlnadel demnach in das Skrotum ein, oben gelangt sie von der Seite an das Lig. suspensorium penis. Bei fetten Personen braucht man lange Hohlnadeln. Es

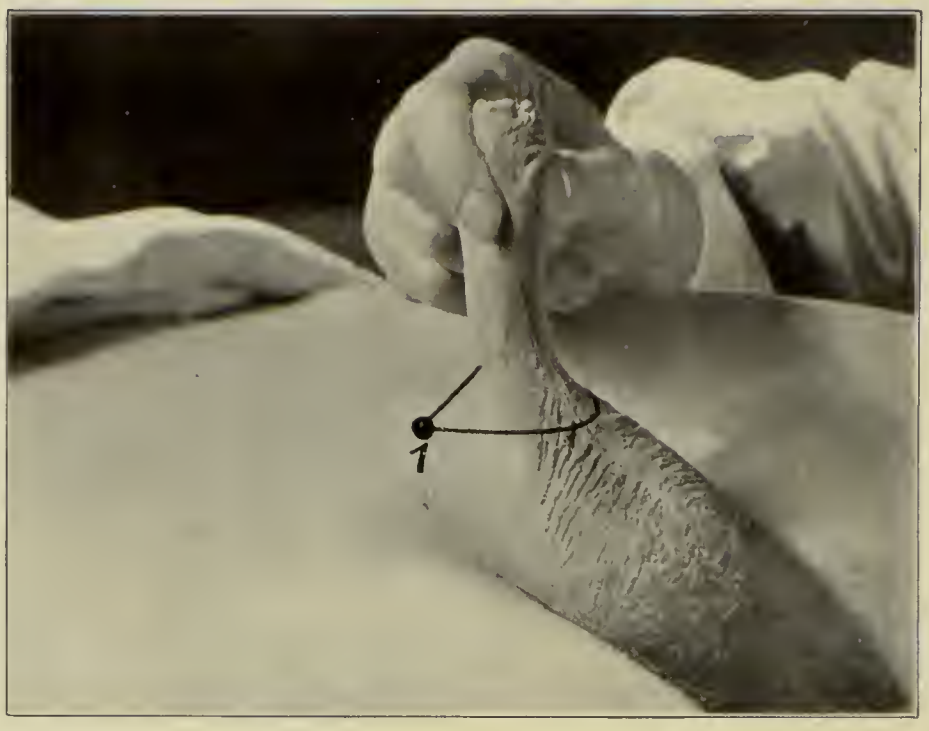


Fig. 152. Die Anästhesierung des ganzen Penis.

folgt eine zweite Umspritzung dicht unter der Haut, etwa der dunkeln Linie in Fig. 152 entsprechend. Bei einem erwachsenen Menschen mit mittelstarkem Fettpolster werden im ganzen etwa 40 ccm ½%ige Lösung gebraucht, bei Kindern natürlich viel weniger. Unempfindlich wird der ganze Penis, also Haut, Präputium, Eichel, Pars pendula urethrae und Corpora cavernosa distal vom Schambein. Das Verfahren dient uns für alle Operationen an den genannten Teilen, z. B. zur Amputation des Penis und zur Ausführung plastischer Operationen an der Urethra (Hypospadia glandis, Harnröhrenfisteln) und, wie gesagt, auch für die Operationen bei Phimosis und Paraphimosis.

Über die Ausräumung der Leistendrüsen in Verbindung mit der Penisamputation siehe 16. Kapitel.

Operationen am hinteren Teile der Urethra. Die Urethrotomia externa.

Ich führe die Urethrotomia externa bei Strikturen und frischen Verletzungen seit Jahren so gut wie ausnahmslos in Lokalanästhesie aus in folgender Weise.

Man markiert in der Mittellinie vor dem Anus einen Einstichpunkt (Fig. 153). Man denke sich durch ihn eine quere Ebene gelegt; sie ist in der Abbildung durch eine quere Linie bezeichnet. Diese Ebene trennt den Anus und Mastdarm einerseits vom Bulbus urethrae und der Prostata andererseits. Seitlich schneidet sie beiderseits das Cavum ischio-rectale und trifft die aufsteigenden Sitzbeinäste vor dem Tuber ischiadicum. Diese Ebene ist mit $^1/_2$%iger Novokain-Suprareninlösung zu infiltrieren.

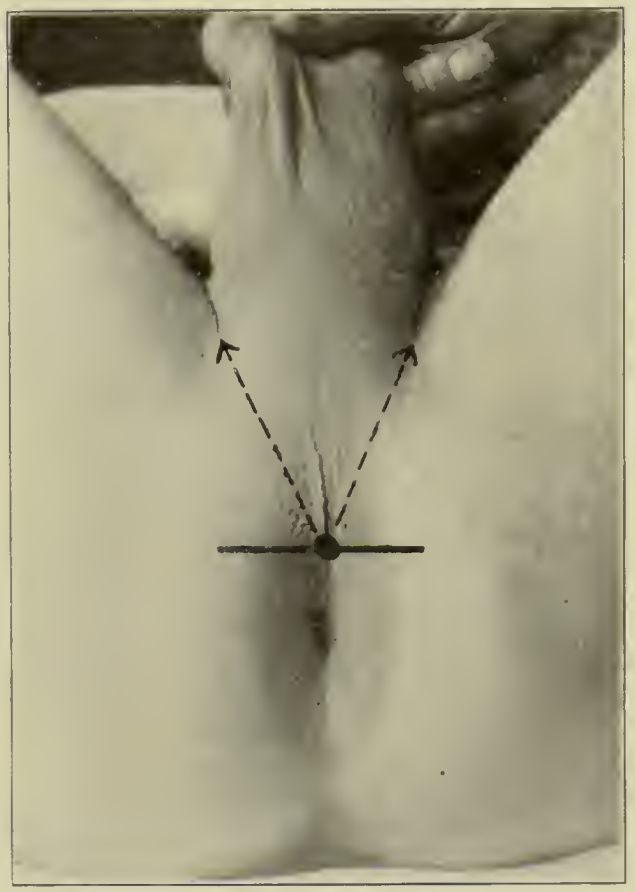


Fig. 153.
Quere Damminfiltration zur Urethrotomia externa.

Zu diesem Zweck führt man den linken Zeigefinger in den After ein und sticht eine 8—10 cm lange Hohlnadel zunächst in der Medianebene zwischen Bulbus urethrae und After ein und schiebt sie kontinuierlich injizierend zwischen Mastdarm und Prostata möglichst hoch in die Höhe. Bei den nächsten beiden Injektionen gelangt die Hohlnadel mehr nach rechts und links gerichtet zwischen die Seitenlappen der Prostata und den Mastdarm. Bei den nächsten beiden Injektionen wird sie innerhalb der bezeichneten queren Ebene, und immer vom gleichen Einstichpunkt, noch weiter lateral gerichtet und gelangt nun tief in das Cavum ischio-rectale. Bei den letzten beiden Injektionen steht die Hohlnadel fast quer nach rechts und links gerichtet und trifft den aufsteigenden Sitzbeinast. Die zum Schluß aus-

zuführende subkutane Injektion wird nicht in der queren Ebene ausgeführt, sondern, wie die Fig. 153 zeigt, in der Richtung zwischen Skrotum und Oberschenkel, um gleichzeitig die etwa noch von der Seite zum Damm und Skrotum ziehenden Hautnerven auszuschalten. Man braucht etwa 75 ccm ½%ige Lösung. Die Nadelführung für die tiefen

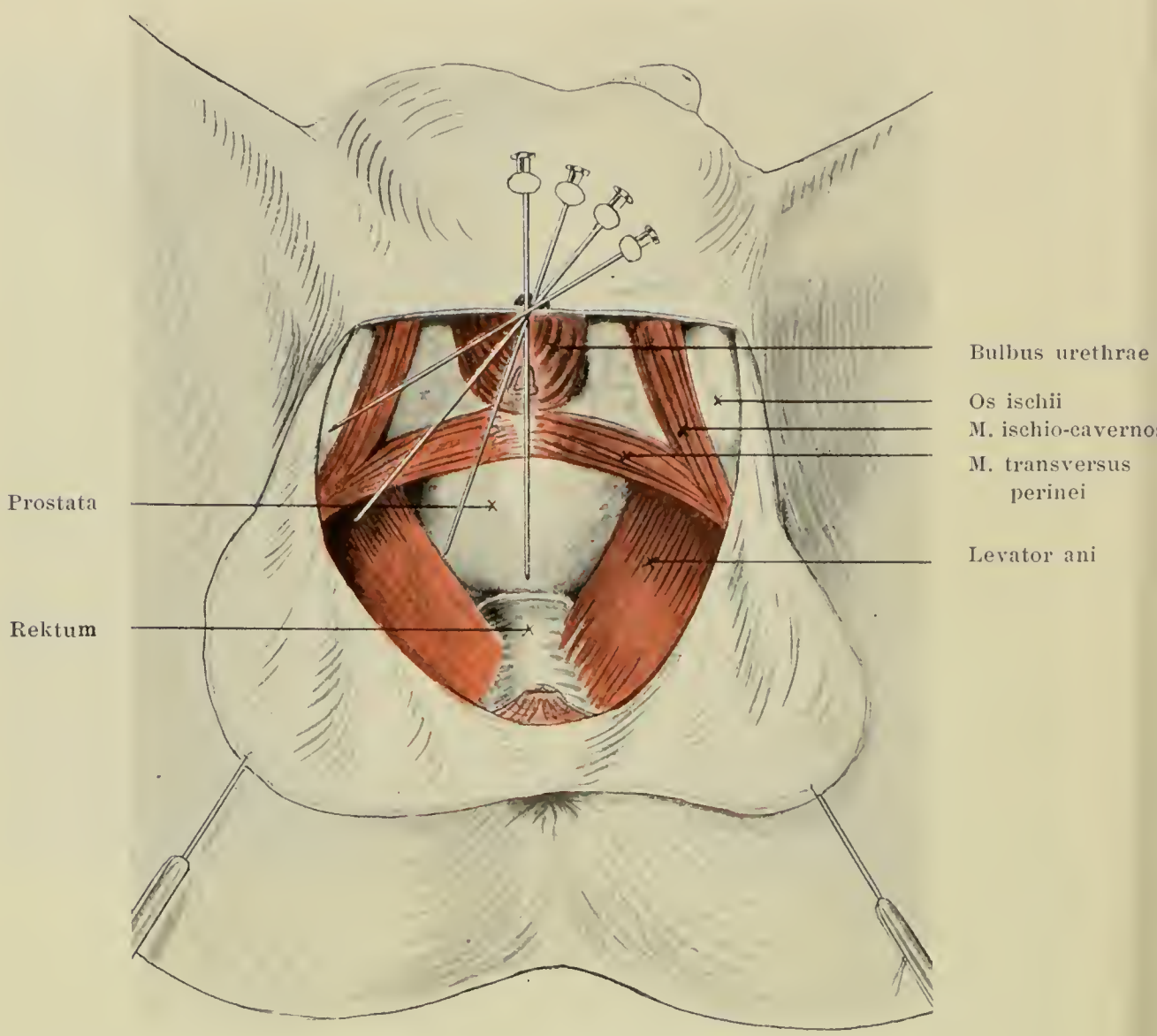


Fig. 154. Die quere Damminfiltration: Nadelführung.

Injektionen ist in Fig. 154 wiedergegeben. Sie unterbrechen zuverlässig alle Äste des N. pudendus und N. cutaneus femoris post., welche zum Damm, zur Prostata und Urethra und den äußeren Genitalien sich begeben (s. Fig. 138, S. 353). Nach den Beobachtungen von Franke und Posner ist die Infiltration hinter der Prostata auch wichtig für die Ausschaltung des N. pelvicus. Es wird unempfindlich der Damm, die Rück-

seite des Skrotums, die ganze Urethra vom Blasenhals bis zum Orificium externum, die Prostata. Die Einführung des Katheters bemerkt der Kranke nicht und alle Operationen in diesem Gebiet sind schmerzlos auszuführen. Gewöhnlich nicht ganz schmerzlos ist die perineale Aushülsung der Prostata, wobei ja starke Zerrungen der Organe nicht zu vermeiden sind. Das beschriebene Verfahren leistet bei größerer Zuverlässigkeit das gleiche, wie die sakrale Anästhesie nach Läwen, und ist ihr vorzuziehen, weil die Suprareninanämie des Operationsfeldes von sehr erheblichem Nutzen ist. Nur wenn die Injektionen hinter Urethra und Prostata nicht ausführbar sind, also z. B. bei Urinphlegmonen und Abszessen, konkurriert die sakrale Anästhesie mit der Narkose bei Operationen in diesem Gebiet.

Kombiniert haben wir das beschriebene Verfahren zuweilen mit der Anästhesierung des ganzen Skrotums (S. 363) um die Penisamputation, die mediane Spaltung des Skrotums und die Einnähung der Urethra am Damm nach Thiersch auszuführen.

Die Prostatektomie.

Zur Ausführung der perinealen oder Wilmsschen Prostatektomie eignet sich am besten die parasakrale Leitungsanästhesie (S. 357).

Die suprapubische Prostatektomie führe ich in folgender Weise aus. Der Kranke erhält meist 1 cg Morphium. Die Anästhesierung geschieht wie zur Sectio alta (S. 362). Die Ausschälung der Prostata erfolgt im Äther- oder Chloräthylrausch.

Payr umspritzt die Prostata nach Eröffnung der Blase von der Blase aus. Die Umspritzung gelingt besser, wenn man sie, wie Colmers vorschlägt, vom Damm aus vornimmt. Mit der von Colmers empfohlenen intensiven Vorbereitung der Kranken mit Veronal, Pantopon und Skopolamin bin ich nicht einverstanden. Das heißt den Teufel mit dem Beelzebub austreiben. Man muß mit diesen narkotischen Mitteln bei alten Leuten sehr vorsichtig sein und braucht sie auch gar nicht zur Prostatektomie. Bei Bauchoperationen, wo die abdominellen Sensationen durch sie ausgeschaltet werden sollen, ist eine intensivere Vorbereitung mit narkotischen Mitteln eher diskutabel.

Die vaginalen Operationen.

Während die älteren Mitteilungen von Reclus und Schleich über die Anwendung der Lokalanästhesie bei vaginalen Operationen keinerlei Widerhall bei den Gynäkologen erweckt haben, hat man in neuerer Zeit begonnen, die Erfahrungen mit der Lokalanästhesie in der Chirurgie

auch auf dieses Gebiet zu übertragen. Von den Gynäkologen hat sich meines Wissens zuerst Freund (1904) mit der Lokalanästhesie beschäftigt. Er empfahl bei Kolporrhaphien 1%ige Eukainlösung mit Suprareninzusatz subkutan und submukös zu injizieren, je 1 ccm von je einem Einstichpunkt für die hintere und vordere Kolporrhaphie. Für die Dammplastiken und Kolporrhaphien hat sich die Lokalanästhesie auch in anderen Händen bewährt (Fisch, Wagner). Freunds Schüler Henrich, ferner Fisch, Wernitz und Kraatz haben die Lokalanästhesie zu Operationen an der Portio und Zervix, zur Dilatation der Zervix und zum Kürettement angewendet. Wernitz bediente sich

Fig. 155. Exstirpation eines Tumors der großen Schamlippe. Fig. 156.

ungeeigneter Mittel (1—2%iger Kokainlösung) und erlebte dabei, wie nicht anders zu erwarten, Kokainvergiftungen. Die moderne Novokain-Suprareninlösung hat Fisch bei den Gynäkologen eingeführt. Ruge berichtet weiter über zwei in vollendeter Lokalanästhesie ausgeführte vaginale Totalexstirpationen. Eine solche hatte Reclus früher schon beschrieben, jedoch handelte es sich in seinem Fall um einen prolabierten Uterus. Über die sogenannte Pudendusanästhesie ist schon oben (S. 354) das Nötige bemerkt. Sellheim bemerkt dazu sehr treffend, die Leitungsunterbrechung des N. pudendus sei viel zuverlässiger erreichbar durch Verteilung größerer Flüssigkeitsmengen in verschiedener Tiefe und nach verschiedenen Richtungen in der Umgebung der Zweige

des Nerven nahe seiner Austrittsstelle in das Cavum ischio-rectale. Fügen wir hinzu, daß Mathes und Schmidt für die Naht der Dammrisse in Lokalanästhesie warm eintreten, und Thaler die Entleerung des graviden Uterus in einzelnen Fällen mit bestem Erfolg in Lokalanästhesie ausgeführt hat, so ist damit die Literatur auf diesem Gebiete im wesentlichen erschöpft. Man kann also nicht sagen, daß das viel ist, was geleistet worden ist, wenn man damit die Entwicklung der Lokalanästhesie in anderen Disziplinen vergleicht.

Operationen an den Labien.

Große und kleine Zysten und solide Tumoren aller Art an den großen und kleinen Labien sind unter Beobachtung der im 10. Kapitel gegebenen allgemeinen Regeln stets in Lokalanästhesie zu operieren. Zur Entfernung des in Fig. 155, 156 abgebildeten Tumors wurden z. B. drei Einstichpunkte markiert, Punkt 1 am Damm, Punkt 2 lateral, Punkt 3, auf der Abbildung nicht sichtbar, oberhalb des Tumors. Von diesen drei Punkten wurden 40 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung teils unter den Tumor injiziert, teils zur subkutanen Umspritzung desselben in der Richtung der punktierten Linie verwendet. Bei malignen Tumoren ist diesem Verfahren die nachher zu beschreibende Anästhesierung des ganzen Scheideneingangs vorzuziehen.

Die Naht frischer Dammrisse.

Bei der Naht frischer Dammrisse empfiehlt es sich, die Wunde ganz mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung zu unterspritzen und umspritzen. Die Einstichpunkte werden nach Mathes in die an und für sich unempfindliche Vaginalschleimhaut gelegt oder man injiziert nach Schmid von der Wundfläche aus und außerdem in das Septum rectovaginale. Nach Schmidt braucht man hierzu 60—70 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Die Anästhesierung des Scheideneinganges.

Die Injektionstechnik entspricht vollkommen derjenigen, welche S. 369 für die Urethrotomia externa beim Manne beschrieben worden ist. Man markiert demnach einen Einstichpunkt in der Mittellinie vor dem Anus und denkt sich durch ihn eine quere Ebene gelegt, welche Mastdarm und Vagina voneinander trennt und seitlich die Sitzbeine trifft. Sie muß mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert wer-

den. Man sticht eine 8—10 cm lange Hohlnadel (Nr. 5 oder 6, S. 200) ein und führt sie zunächst median zwischen Vagina und Mastdarm bis in die Nähe des Peritoneums. Man zieht sie ins Unterhautzellgewebe zurück und führt sie etwas mehr nach rechts und links gerichtet, immer in der oben erwähnten queren Ebene sich haltend, von neuem zwischen Mastdarm und Vagina in die Tiefe. Bei der dritten Nadelführung gelangt die Nadelspitze noch weiter nach rechts und links, tief in die Fossa ischio-rectalis, bei der vierten Nadelführung trifft die Nadelspitze das Sitzbein. Das Prinzip der Nadelführung ergibt sich aus Fig. 154, S. 370. Die erste Nadelführung macht man unter Leitung des Fingers von der Vagina oder vom Rektum aus. Es ist darauf zu achten, daß die infiltrierte Ebene nicht unmittelbar unter die Schleimhaut der Vagina, sondern tunlichst näher an die Mastdarmwand zu liegen kommt. Während jeder Nadelführung ist andauernd ohne Unterbrechung zu injizieren. Die zum Schluß notwendige subkutane Injektion wird, ebenso wie beim Manne, nicht in der queren Ebene, sondern in der Richtung zwischen Oberschenkel und großen Labien ausgeführt. Man braucht hierzu im ganzen 75—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Injektion unterbricht die nach vorn ziehenden Äste des N. pudendus und N. cutaneus femoris posterior (s. Fig. 139, S. 354). Unempfindlich werden daher der Damm, der Scheideneingang, der hintere Teil der großen Labien, die kleinen Labien, die Urethra und die Klitoris. Daraus ergibt sich die Anwendung dieses Verfahrens für sich allein: Dammplastiken, Operationen an den kleinen Labien und an der Urethralmündung, Scheidenmastdarmfisteln.

Die Anästhesierung des Scheideneinganges einschließlich der großen Labien (Fig. 157).

Es ist die eben beschriebene quere Damminfiltration auszuführen. Zwei weitere Einstichpunkte werden unterhalb und einwärts von den äußeren Leistenöffnungen markiert. Von ihnen aus wird das subkutane Gewebe am Mons pubis und seitlich von den großen Labien, der Damminjektion entgegen, reichlich mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Hierdurch werden die von der Seite und von oben, besonders die aus dem Leistenkanal stammenden, in die großen Labien ausstrahlenden Nervenäste unterbrochen. Man braucht im ganzen 125 bis 150 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Das Verfahren wendeten wir regelmäßig bei Karzinomoperationen am Scheideneingange an. Über die gleichzeitige Drüsenausräumung s. 16. Kapitel.

Die Prolapsoperationen.

Bei den Prolapsoperationen sind Injektionen in das Scheidengewölbe zur Erzielung völliger Anästhesie unerläßlich, weil die quere Damminfiltration die Sensibilität des hinteren Beckenperitoneums nicht zuverlässig, diejenige des vorderen Beckenperitoneums und der Blase gar nicht beeinflußt. Ich setze den Fall, es handele sich um einen Totalprolaps mit großer Zystozele und es soll die vordere und hintere

Fig. 157.
Die Anästhesierung des Scheideneingangs einschließlich der großen Labien.

Kolporrhaphie gemacht werden. Es wird folgendermaßen ½% ige Novokain-Suprareninlösung injiziert. Die vordere Muttermundlippe wird angehakt, der Prolaps vorgezogen. Man sticht dicht über der Portio eine 8—10 cm lange Hohlnadel ein und injiziert die Lösung fächerförmig hoch hinauf zwischen Blase und Zervix (Fig. 158), also nicht submukös (20 ccm). Von einem dicht unter der Urethralmündung gelegenen Einstichpunkt injiziert man nach rechts und links unter die Schleimhaut je 10 ccm. Letztere Injektion dient hauptsächlich zur besseren Anämisierung.

Die Portio wird nach rechts gezogen. In das linke Parametrium werden 15 ccm injiziert. Ebenso in das rechte Parametrium bei nach links gezogener Portio. Die hintere Muttermundlippe wird angehakt. Von einem dicht über der Portio gelegenen Einstichpunkt werden 20 ccm fächerförmig zwischen Vaginalschleimhaut und Douglasperitoneum injiziert. Der Vorfall wird reponiert. Es folgt die quere Damminjektion, wie sie oben beschrieben ist. Im ganzen braucht man etwa 200 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Operation ist nun völlig unempfindlich, auch wenn die Kranken keine Narkotika erhalten haben. Es empfiehlt sich aber, aus psychischen Gründen die Frauen mit etwas Morphium oder Morphium-Skopolamin vorzubereiten. Es liegt keine Veranlassung vor, dieses von uns seit Jahren erprobte Verfahren, welches zugleich den Vorteil einer ausgezeichneten Blutleere gewährt, durch irgend ein anderes, weniger zuverlässiges oder weniger gefahrloses Anästhesierungsverfahren (sogenannte Pudendusanästhesie, sakrale Anästhesie, Lumbalanästhesie) zu ersetzen. Die Lumbalanästhesie ist jedenfalls für die bisher erwähnten Eingriffe kontraindiziert.

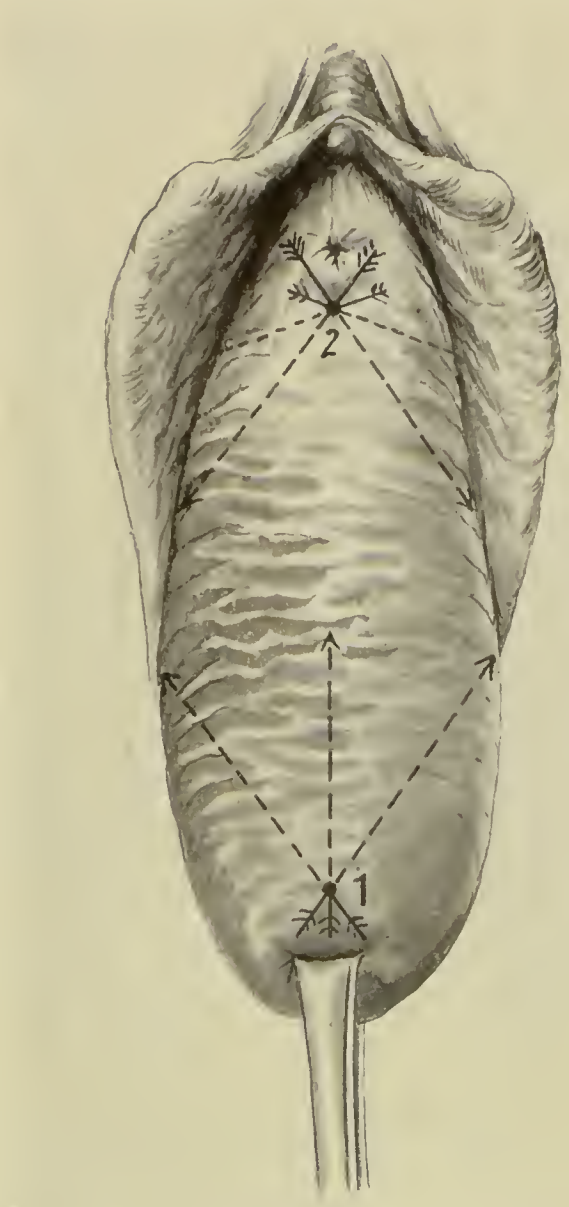


Fig. 158. Die vordere Kolporrhaphie.

Für die hintere Kolporrhaphie allein genügt die quere Damminfiltration in Verbindung mit Injektionen in das hintere Scheidengewölbe, für die vordere Kolporrhaphie allein genügen an und für sich die vorderen Injektionen, wenn nicht der Scheideneingang zu empfindlich ist.

Für die Ausführung von Prolapsoperationen eignet sich vortrefflich die parasakrale Leitungsanästhesie. Die mit den eben beschriebenen

Injektionen verbundene Suprareninanämie ist jedoch ein Vorteil, der jenem Verfahren abgeht.

Operationen am Uterus.

Um die Portio vaginalis und Zervix unempfindlich zu machen, haben Henrich, Fisch und Kraatz sie mit dem Anästhetikum infiltriert. Nach Kraatz sticht man an vier möglichst weit am Rande der Portio gelegenen Punkten eine Hohlnadel ein, führt sie parallel dem Zervikalkanal bis in den untersten Teil des Uteruskörpers ein und injiziert jedesmal 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung, im ganzen also 20 ccm. Der kontrollierende Zeigefinger fühlt, wie die injizierte Flüssigkeit oberhalb des Fornix vaginae ringsherum eine leichte Anschwellung bildet. Es lassen sich dann alle auf Portio und Zervix beschränkte Operationen ausführen, auch die Dehnung. Zu beachten ist hier wie überall, daß die Arterien unter der Einwirkung des Suprarenins wenig bluten und deshalb auch scheinbar geringfügige Blutungen durch Umstechung gestillt werden müssen. Schmerzlos ist auch die Dehnung der Zervix. Das Kürettement bleibt mehr oder weniger empfindlich, je nach der Empfindlichkeit der Kranken und je nachdem man sie mehr oder weniger mit narkotischen Mitteln vorbereitet hat. Auch starker Zug am Uterus, der sich auf das Beckenperitoneum überträgt, bleibt mehr oder weniger empfindlich.

Es wird daher durch weitere Versuche festzustellen sein, ob man nicht lieber in jedem Falle von Operation am Uterus sich bestreben soll, das ganze Organ und den Beckenboden durch parametrane Injektionen unempfindlich zu machen. Das ist der Weg, auf dem wohl noch weiter zu kommen wäre. Wenn man von den unzweckmäßigen und ungenügenden Injektionen Wernitz' absieht, hat Ruge zuerst solche parametrane Injektionen gemacht und beschreibt sie folgendermaßen.

Rechts und links vom Uterus wird eine Hohlnadel 4—5 cm tief in das Parametrium eingestochen. Die Nadel wird sofort etwas lateral gerichtet, um die in das Parametrium eintretenden Nerven möglichst zentral zu treffen und eine möglichst breite Verteilung des Anästhetikums am Beckenboden zu erzielen. Auf jeder Seite werden 10 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung injiziert. In gleicher Weise werden von je zwei Punkten des vorderen und des hinteren Scheidengewölbes je 5 ccm der Lösung 2—3 cm tief injiziert, im ganzen also 40 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Also hierdurch wird der Fortschritt, den die Lokalanästhesie gemacht hat, eklatant bezeichnet. Wernitz injiziert

2—4 ccm 1—2%ige Kokainlösung, eine zur Erzielung ausreichender Anästhesie in dieser Gegend viel zu kleine Menge des Anästhetikums, und beobachtet dabei Kokainvergiftungen. Ruge kann die zehnfache Menge eines mindestens ebenso stark wirkenden Anästhetikums ohne Nebenwirkungen injizieren und man könnte die von ihm gebrauchte Menge der 1%igen Novokain-Suprareninlösung auch ohne Schaden verdoppeln. Es ist recht wohl möglich, daß auf diese Weise regelmäßig der ganze Beckenboden mit dem Uterus und seiner Umgebung unempfindlich zu machen ist, wie dies bei zwei Kranken Ruges der Fall war. Für die Uterusexstirpationen und die meisten vaginalen Laparotomien ist dies Vorbedingung.

Wegen der Gefahr von Nebenverletzungen bei der Injektion müssen unsere feinen Hohlnadeln gebraucht werden. Wir wissen, daß es nichts schadet, wenn man mit ihnen einmal die A. subclavia oder carotis ansticht. So werden sie also wohl auch dem Ureter und der A. uterina nichts anhaben. Außerdem sind die allgemeinen Vorschriften (S. 207) zu beachten: Einführung der Hohlnadel ohne Spritze an verdächtigen Stellen — ich mache auf meinen Hohlnadelhalter aufmerksam (S. 201) —, Vermeidung der Injektion an Stellen, wo Blut aus der Hohlnadel ausfließt, kontinuierliche Injektion bei bewegter Hohlnadel.

Wenn es sich um jüngere Frauen mit straffer Scheide handelt, wird man wohl kaum besondere Maßnahmen zur Anästhesierung des Scheideneinganges bei Uterusoperationen entbehren können. Ob man durch Oberflächenapplikation anästhesierender Mittel, Alypin-Suprarenin wäre dazu am meisten geeignet, Genügendes erreicht, weiß ich nicht. Jedenfalls wird durch die oben beschriebene Damminjektion der Scheideneingang gegen jegliche Dehnung unempfindlich.

Thaler führte die Kolpohysterotomia anterior zur Entleerung des junggraviden Uterus bei neun Frauen in kompletter Anästhesie und mit minimaler Blutung aus. ½%ige Novokain-Suprareninlösung wurde in folgender Weise injiziert. Nach Entleerung der Blase wurde die vordere Muttermundlippe angehakt. 10 ccm wurden unter die Schleimhaut des Scheidengewölbes injiziert, da, wo die quere vordere Kolpotomiewunde anzulegen war. Die Nadel wurde nur oberflächlich, ¾—1 cm tief, eingestochen. Weiter wurden rechts und links parametran je 12 ccm der Lösung 1—1½ cm tief injiziert. Nach Spaltung der vorderen Zervixwand bis über den inneren Muttermund wurden bei größerem Uterus noch einmal 10 ccm der Lösung direkt in die vordere Uteruswand gespritzt zur Erhöhung des lokalen Suprareninreizes auf die Uterus-

muskulatur. Eine Vorbereituug mit narkotischen Mitteln war nicht nötig.

Also der Anfang ist gemacht! Ich hoffe, daß man in einigen Jahren wird viel mehr über die Lokalanästhesie in der Gynäkologie sagen können wie heute.

Operationen in der Analgegend.

Der Lokalanästhesie bei Operationen am After gebührt eine viel größere Verbreitung, als sie bisher besitzt. Denn sie sind sehr leicht ohne Narkose ausführbar. Reclus und Schleich, der erstere bereits im Jahre 1889, haben immer wieder auf die Tatsache hingewiesen, daß der After ein ganz besonders geeignetes Objekt für die Lokalanästhesie ist, und Schleich hat nicht ohne Grund gerade eine Analoperation beim deutschen Chirurgenkongreß im Jahre 1894 zur Demonstration gewählt. Es hat in der Tat für den Unkundigen etwas Überraschendes, die forcierte Dehnung des Afters und die Exzision von Hämorrhoidalknoten ohne Narkose bei völliger Unempfindlichkeit ausgeführt zu sehen. Um so auffallender ist es, daß immer noch Analoperationen in Narkose oder Lumbalanästhesie ausgeführt werden, wozu meist keinerlei Indikation vorliegt.

Die Dehnung des Afters. Hämorrhoidenoperationen. Operationen bei Fistula ani.

Ich entsinne mich nicht, eine dieser Operationen etwa seit dem Jahre 1900 anders als in Lokalanästhesie ausgeführt zu haben. Zuvor ist zu bemerken, daß die beiderseitige Unterbrechung des Stammes des N. pudendus zur Anästhesierung des Afters nicht ausreicht, ebensowenig die beiderseitige Anfüllung des Cavum ischio-rectale mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung, wodurch die zur Analgegend ziehenden Zweige des N. pudendus und N. cutaneus femoris post. zuverlässiger ausgeschaltet werden, als durch die den letzteren Nerven überhaupt vernachlässigende Injektion an den Pudendusstamm. Für den After und Mastdarm kommt aber auch noch die Innervation durch den Plexus coccygeus und — nach unseren Erfahrungen und Versuchen müssen wir das annehmen — durch den N. pelvicus in Betracht. Dagegen gibt die sakrale Injektion Läwens eine vorzügliche Erschlaffung des Sphinkter ani und Anästhesie der Analgegend. Leider ist sie zu unzuverlässig, so daß ich nach längeren Versuchen in diesem und dem vergangenen Jahre wieder zur Umspritzung des Afters zurückgekehrt bin. Bei

manchen Operationen am After ist die durch sie bedingte Suprareninanämie von großem Wert, z. B. bei der Hämorrhoidenexzision nach Withead. Die typische Umspritzung des Afters, welche im Prinzip zuerst von Reclus beschrieben worden ist, wird folgendermaßen ausgeführt.

In der Umgebung des Afters werden vier Einstichpunkte markiert, nicht zu nahe an ihm, sondern 2—3 Querfinger breit von der After-

Fig. 159. Umspritzung des Afters und Rektums.

öffnung entfernt (Fig. 159). Von ihnen aus wird mit einer 10 cm langen Hohlnadel ½%ige Novokain-Suprareninlösung injiziert. Man beginnt an einem der seitlichen Einstichpunkte und sticht die Hohlnadel zunächst senkrecht in die Tiefe, parallel der seitlichen Mastdarmwand, durch Sphinkter und Levator ani hindurch. Die Nadel wird zurückgezogen und nunmehr schräg nach dem vorderen und hinteren Umfang des Mastdarms gerichtet wiederum in ganzer Länge in die Tiefe geführt. In Fig. 160 sind die drei Nadelführungen ungefähr richtig zu

sehen. Bei jeder Nadelführung werden mindestens 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in kontinuierlicher Injektion entleert. Genau dasselbe geschieht von den drei übrigen Einstichpunkten, so daß hierzu also im ganzen mindestens 60 ccm Lösung verbraucht sind. Es folgt die Umspritzung des Afters von einem Einstichpunkt zum anderen in zwei verschiedenen Ebenen, einmal im Sphinkter, das andere

Fig. 160. Nadelführung zur Umspritzung des Mastdarms.

Mal subkutan (Fig. 159). Hierzu werden noch je 20 ccm Lösung verbraucht, im ganzen also mindestens 100 ccm, bei fetten Personen 125 ccm.

Ich führe die Injektionen ohne Einlegen des Fingers in den Mastdarm aus, kontrolliere höchstens einmal die richtige Lage der Nadel mit dem Finger, wenn sie mir zweifelhaft erscheint. Dem Ungeübten empfehle ich aber, die tiefen Injektionen zunächst einige Male unter Leitung des Fingers vorzunehmen, wie Fig. 161 zeigt. Man muß bei tiefster Einführung der Hohlnadel deren Spitze oberhalb des Sphinkters unter der Mastdarmwand fühlen. Bei Frauen kontrolliert man die vor-

dere Injektion von der Scheide aus. Läßt sich der Finger bei Analfissuren wegen großer Schmerzhaftigkeit nicht einführen, so kann man dem Rat Reclus' folgen und die Schleimhaut zuvor durch Einlegen von Wattetampons, die mit einem Anästhetikum (2%ige Alypin-Suprareninlösung) getränkt sind, unempfindlich machen. Der Geübte wird diese Maßregel entbehrlich finden.

Wenige Minuten nach Beendigung der Umspritzung erschlafft der Sphinkter und man kann nach Belieben dehnen, exzidieren oder brennen.

In komplizierteren Fällen von Mastdarmfisteln, deren Verlauf zunächst nicht sicher zu übersehen ist, ist genau so zu verfahren, wie bei der Hämorrhoidenoperation, d. h. es wird der ganze Anus typisch

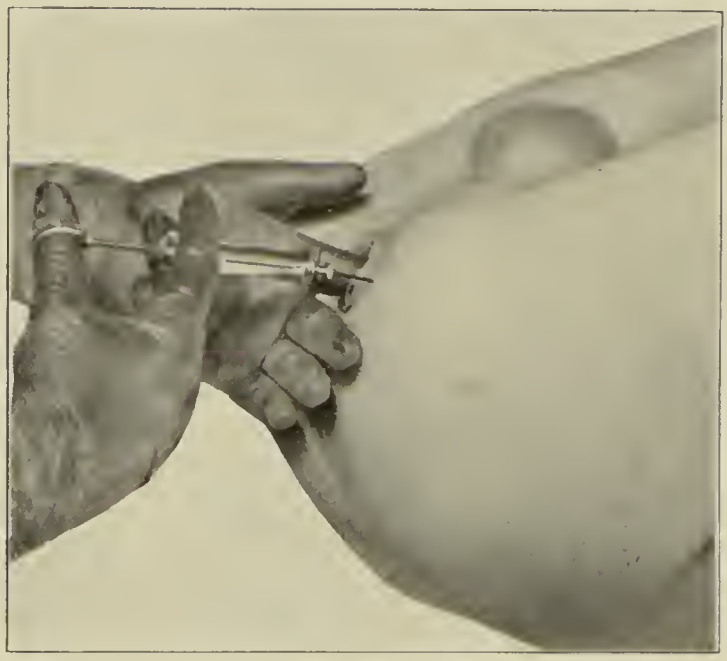


Fig. 161. Paraanale Injektion unter Leitung des Fingers.

umspritzt, wobei die Einstichpunkte so anzulegen sind, daß das fistulöse Gebiet innerhalb des Umspritzungsgebietes zu liegen kommt. In Fällen von einfachen, geradlinigen Fisteln, durch welche die Sonde ohne weiteres in den Mastdarm passiert, die innere Öffnung gefühlt werden kann und eine Sphinkterdehnung nicht nötig ist, kann dagegen einfacher verfahren werden. Man markiert drei Einstichpunkte neben der äußeren Fistelöffnung (Fig. 162) führt die Hohlnadel von allen dreien, kontinuierlich injizierend unter Leitung des Fingers bis unter die Mastdarmschleimhaut neben der inneren Öffnung vor und injiziert endlich subkutan und submukös in der Richtung der punktierten Linie.

Es bleiben dann noch Fälle übrig, wo die Fistelgänge weit vom After ausmünden und eine Orientierung über die Ausdehnung des Ope-

rationsfeldes zunächst nicht zu gewinnen ist. In solchen Fällen ist die Umspritzung nicht anwendbar, sakrale Anästhesie oder parasakrale Leitungsanästhesie treten in ihr Recht. Letztere gibt natürlich auch vorzügliche Anästhesien für Hämorrhoidaloperationen, aber sie entbehrt des Vorteils der Suprareninanämie, welche ganz besonders bei der Witheadschen Hämorrhoidenoperation ein so großer Vorteil ist, daß man ihn nicht gern vermißt.

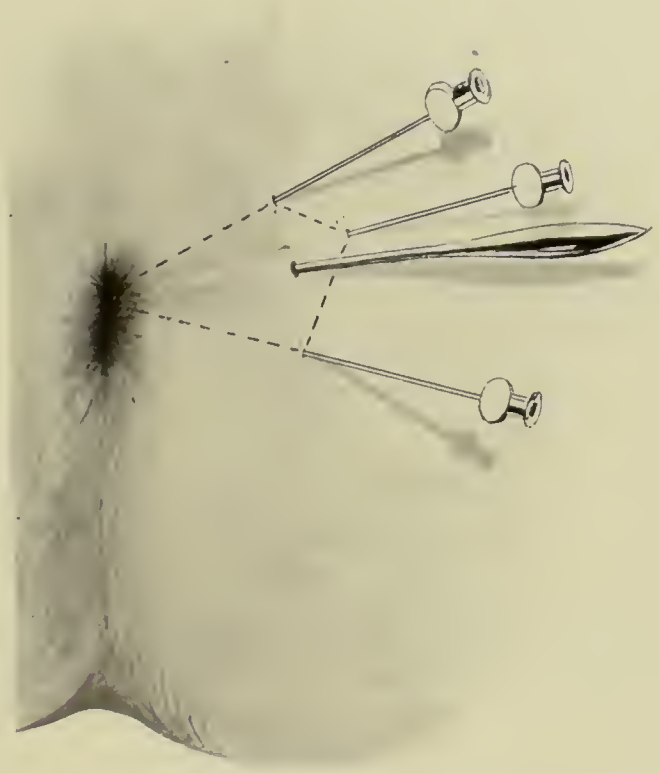


Fig. 162. Injektionsverfahren bei einfachen Mastdarmfisteln.

Die periproktitischen Abszesse werden am besten im Äther- oder Chloräthylrausch gespalten.

Die Exzision des karzinomatösen Mastdarms.

Die Exzision und Resektion des karzinomatösen Mastdarms führen wir erst seit so kurzer Zeit mit Hilfe der parasakralen Injektionen in Lokalanästhesie aus (S. 357), daß ich über die allgemeine Brauchbarkeit dieses Verfahrens noch kein Urteil abgeben kann.

16. Kapitel.

Operationen an den Extremitäten.

Die Anwendung der Lokalanästhesie zur Reposition von Frakturen und Luxationen.

Man kann die Lokalanästhesie in verschiedener Form zur Behandlung von Frakturen und Luxationen an den Extremitäten brauchen. Einmal ist jede Art von Leitungsanästhesie wie für andere Operationen, so auch für diese geeignet. Die größte Bedeutung hat in dieser Hinsicht Kulenkampffs Plexusanästhesie gewonnen (s. unten). Denn sie schafft auf die einfachste Weise einen Zustand völliger motorischer und sensibler Lähmung des Armes und der Schultermuskeln, wie er günstiger für die in Rede stehenden Eingriffe gar nicht gedacht werden kann. Der andere Weg ist die neuerdings von Lerda und Quénu empfohlene Injektion eines Anästhetikums direkt in den Frakturherd oder in das luxierte Gelenk.

Frakturen durch Injektion von Kokainlösung zwischen die Bruchenden unempfindlich zu machen, hat Conway (drei Fälle von Radiusfrakturen) schon 1885 versucht. Ferner erzählt Reclus (I, 27, S. 266), daß er einmal bei einem Unterschenkelbruch Kokainlösung an die Bruchstelle injiziert habe, um den Transport des Kranken zu erleichtern. Die Bruchstelle sei darauf sofort schmerzlos geworden. Weiter hat man aus älterer Zeit nichts über dieses Verfahren gehört. Erst 1907 und 1908 berichten Lerda und Quénu, der erste über 30, der andere über 15 Frakturen an verschiedenen Körperstellen, die durch Kokaininjektion einer schmerzlosen Reposition zugänglich geworden waren.

Das Verfahren besteht also darin, daß man nach genauer Feststellung des Befundes eine anästhesierende Lösung von verschiedenen Seiten und nach verschiedenen Richtungen an die Bruchenden injiziert. Besteht starke Dislokation, besonders ad longitudinem, so muß an jedes der Bruchenden injiziert werden. Bei zweiknochigen Gliedern ist jede Bruchstelle für sich zu behandeln. Bei Gelenkfrakturen injizierten wir stets auch noch in das Gelenk. Lerda und Quénu brauchten ½%ige Kokainlösung, der eine mit, der andere ohne Suprareninzusatz. Conway hatte die Kokainwirkung durch gleichzeitige Abschnürung der Extremität verstärkt. Wir bedienen uns einer 1%igen Novokain-Suprareninlösung. Die Einstichstellen werden durch Jodanstrich vorbereitet. Das Ergeb-

nis der Injektion ist sehr überraschend. Denn fast unmittelbar darnach lassen die Schmerzen nach und wenige Minuten später pflegt die Bruchstelle ganz unempfindlich zu werden. Die Muskeln erschlaffen wie in tiefer Narkose.

Über die Anwendung der intraartikulären Injektionen bei Luxationen finden sich die ersten Bemerkungen (Reposition einer Ellbogenluxation) ebenfalls bei Conway. Im Jahre 1909 berichtete Quénu über fünf Luxationen, die sich auf diese Weise schmerzlos reponieren ließen (zwei Schulterluxationen, eine Ellbogen-, eine Daumenluxation, eine Luxatio femoris ischiadica). Die Injektionstechnik ist sehr einfach. Man injiziert das Anästhetikum (1%ige Novokain-Suprareninlösung) sowohl an das zentrale, als an das periphere, luxierte Gelenkende. Sehr bald nach der Injektion wird das vorher starr fixierte Glied beweglich und schmerzlos, die Muskeln erschlaffen. Zuweilen bleiben bei aktiven Bewegungen und bei Druck gewisse Stellen, in der Regel die Muskelansätze, noch schmerzhaft. Man injiziert dann nach Quénus Rat einfach an die betreffende Stelle noch ein Quantum des Anästhetikums.

Ich habe kürzlich unsere Erfahrungen mit der Lokalanästhesie bei 51 subkutanen Frakturen und Luxationen zusammengestellt (XIX, 3).

	Plexus-anästhesie	Andere Leitungs-anästhesien	Örtliche Injektionen
Typische Radiusfraktur	1	—	3
Vorderarmfraktur	7	—	1
Ellbogenluxation	—	—	1
Suprakondyläre Oberarmbrüche	4	—	1
Schulterluxationen	10	—	5
Luxationen am Fuß	—	2	—
Knöchelbrüche	—	3	7
Unterschenkelbrüche	—	1	1
Luxationen der Tibia nach hinten	—	—	2
Oberschenkelluxationen	—	—	2
	22	6	23

Örtliche Injektionen habe ich also in 23 Fällen gemacht. Sie waren nur bei einer Unterschenkelfraktur ohne Erfolg. In allen übrigen Fällen trat vollständige Unempfindlichkeit ein und die Frakturen und Luxationen waren leicht und schmerzlos reponibel.

Bei den Radiusfrakturen injizierte ich 10 ccm Novokain-Suprareninlösung teils von der Streckseite und Radialseite in den Fraktur-

herd, teils in das Handgelenk. Bei einer Vorderarmfraktur injizierte ich je 10 ccm an die beiden Bruchstellen, bei einer Ellbogenluxation je 5 ccm von hinten durch den Trizeps an das obere Gelenkende des Vorderarms und von außen und innen an das untere Gelenkende des Humerus. Bei einer dislozierten suprakondylären Oberarmfraktur wurden 20 ccm von hinten nach verschiedenen Richtungen in den Frakturherd und in das Ellbogengelenk injiziert. Bei fünf vorderen Schulterluxationen wurden 10 ccm von außen, durch den Deltamuskel in die Pfanne, ebensoviel an den luxierten Kopf injiziert. Bei sieben Knöchelbrüchen wurden ungefähr 15 ccm an die Bruchstelle der Fibula, an den inneren Knöchel und in das Sprunggelenk injiziert. Bei einem Unterschenkelbruch war, wie schon erwähnt, die Anästhesie ungenügend. Bei zwei Knieluxationen (Tibia nach hinten) wurden 35 und 40 ccm von vorn und beiden Seiten an die Gelenkenden injiziert.

Am meisten hat mich die von Quénu erwähnte Anwendung intraartikulärer Injektionen bei Oberschenkelluxationen interessiert. Ich hatte Gelegenheit, das Verfahren an zwei Fällen zu prüfen.

In dem einen Falle handelte es sich um eine frische Luxatio ischiadica bei einem sehr kräftigen, 45jährigen Bergarbeiter. Ich injizierte von zwei Einstichpunkten in der Glutäalgegend mit langer Hohlnadel 25 ccm 1%ige NS-Lösung an den dort fühlbaren und mit der Hohlnadel tastbaren Femurkopf, und hierauf 20 ccm der Lösung in die Pfanne. Um in die Pfanne zu gelangen, kann man sich natürlich nicht an den verschobenen Femurknochen halten, sondern muß sich nach den in ihrer Lage zur Pfanne unveränderten Beckenknochen richten. Ich wählte einen Punkt dicht hinter der Spina a. s. als Einstich (Fig. 163) für eine 10 ccm lange Nadel, ließ mir ein knöchernes Becken daneben halten, tastete mich mit der Hohlnadelspitze am Knochen lang und gelangte sofort in die Pfanne, aus der sich blutige Synovia entleerte. Fast unmittelbar nach der Injektion wurde das vorher starr fixierte Bein beweglich und konnte nach 10 Minuten sehr leicht reponiert werden. Der Kranke hat an der Verletzungsstelle keinerlei Schmerz gehabt, beklagte sich aber nachträglich über das feste Zugreifen der mit der Reposition beschäftigten Personen. In dem anderen Falle handelte es sich um eine 36 Stunden alte Luxatio obturatoria bei einem 17jährigen, kräftigen Knecht. Ich injizierte wieder 25 ccm Lösung in die Pfanne, 25 ccm an den unter dem Schambein fühlbaren Femurkopf, dann noch 10 ccm an eine an der Außenseite zurückgebliebene empfindliche Stelle. 10 Minuten nach der ersten, 5 Minuten nach der letzten Injektion war wieder leichte und schmerzlose Reposition möglich.

Wir haben von der Anwendung der Lokalanästhesie bei Frakturen und Luxationen niemals einen Schaden, wohl aber sehr augenfällige Vorteile gesehen. Die einzige Besorgnis bei den örtlichen Injektionen in Frakturen und luxierte Gelenke wäre wohl die Möglichkeit einer Infektion. Die Chirurgen werden diese Besorgnis kaum teilen. Denn

sie injizieren täglich große Mengen solcher Lösungen in den Körper, es liegt daher nicht die geringste Veranlassung vor, sie nicht auch zwischen die Bruchenden und in die Gelenke zu injizieren. Eine Vorsicht muß man bei den örtlichen Injektionen stets beobachten: die Einstichstellen dürfen nicht an Stellen gelegt werden, wo die Haut aufgeschunden, gequetscht, verschmutzt oder verdünnt ist.

An der oberen Extremität sind die örtlichen Injektionen durchaus überholt durch die Plexusanästhesie Kulenkampffs, welche z. B. auch bei den Schulterluxationen ganz vorzüglich brauchbar ist. Wir konnten eine vier Wochen alte Schulterluxation in Plexusanästhesie mit Leichtigkeit einrenken. An der unteren Extremität können wir die örtlichen Injektionen besonders bei Knochenbrüchen sehr empfehlen. Auch Lerda und Quénu haben sie da am meisten gebraucht.

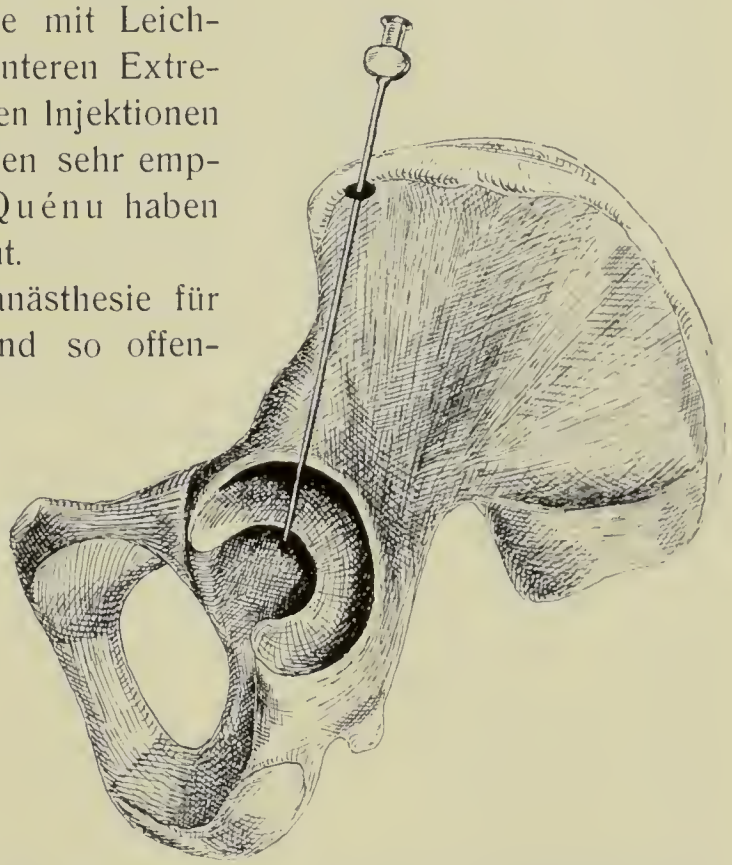


Fig. 163. Injektion in die Pfanne bei Hüftluxationen.

Die Vorteile der Lokalanästhesie für die Frakturenbehandlung sind so offenkundige, daß es nur eines Hinweises bedarf. Es ist ein technischer Fortschritt allerersten Ranges, daß wir unsere Ellbogen- und Vorderarmfrakturen ohne Narkose unempfindlich machen können, um den Kranken dann vor den Röntgenschirm zu führen und in aller Gemütsruhe die beste Art der Reposition und die beste Lage des Gliedes für die Retention auszusuchen. Es fällt ferner die störende, ja zuweilen gefährliche Exzitation des narkotisierten Kranken fort, und die Anlegung der Kontentivverbände ist wesentlich erleichtert und keinen Störungen durch Bewegungen des Kranken ausgesetzt.

Bei den Luxationen aber habe ich immer den Eindruck gehabt, daß ihre Reposition sehr viel leichter vor sich geht, wie an narkotisierten Kranken. Wendet man Plexusanästhesie an, so erklärt sich dies ja ganz natürlich durch die weit vollständigere Erschlaffung der Muskeln, welche nach Unterbrechung des Plexus brachialis zustande kommt. Aber auch

intraartikuläre Injektionen scheinen mir die Reposition ganz wesentlich zu erleichtern. Die gleiche Beobachtung hat Quénu gemacht. Ich

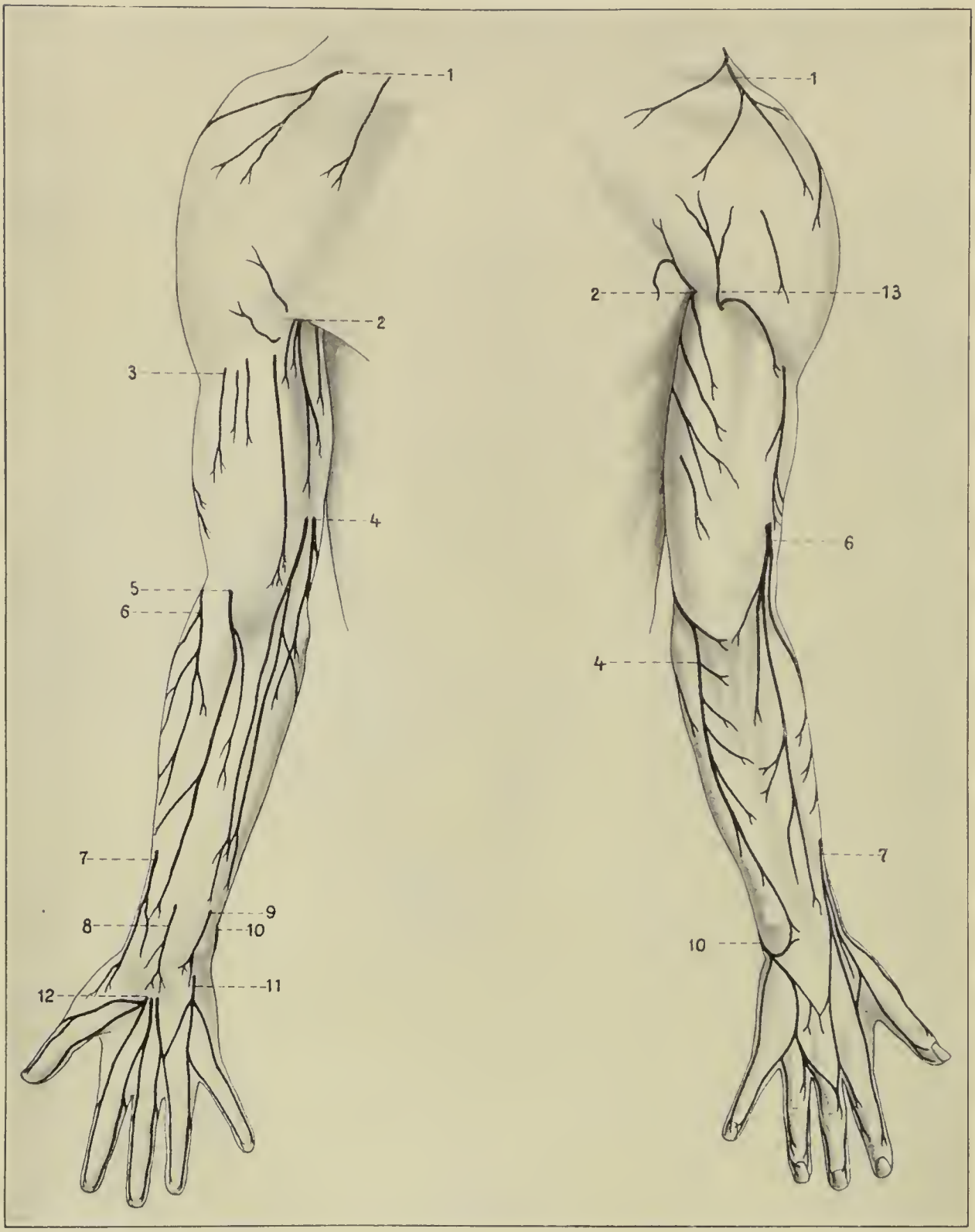


Fig. 164. Die sensible Innervation der oberen Extremität.

1 Supraclaviculares. 2 Cutaneus brachii medialis. 3 Cutaneus brachii anterior. 4 Cutaneus antebrachii med. 5 Cutaneus antebr. lateralis. 6 Cutaneus antebr. dorsalis. 7 Radialis superficialis. 8 Ramus palmaris N. mediani. 9 Ramus palmaris N. ulnaris. 10 Ramus dorsalis N. ulnaris. 11 N. ulnaris. 12 N. medianus. 13 Cutaneus braehii lateralis.

verweise auf die Mitteilung Payrs (XIX, 19), der luxierte Gelenke mit 80—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung füllt, um die Kapsel zu entfalten und dem luxierten Gelenkende gleichsam den Weg freizumachen.

Operationen an der oberen Extremität.

Die sensible Innervation.

Die gesamte sensible Innervation für den Arm bis dicht unter das Schultergelenk ist im Plexus brachialis nach seinem Austritt aus der Skalenuslücke zu einem einzigen, verhältnismäßig dünnen Nervenstrang vereinigt. In der Achselhöhle beteiligen sich die oberen Interkostalnerven an der sensiblen Innervation, von denen einer als N. cutaneus brachii medialis auch einen Teil der Oberarmhaut versorgt. Die Haut der Schultergegend dagegen wird durch Vermittlung der N. N. supraclaviculares aus dem Plexus cervicalis innerviert. Fig. 164 zeigt die Austrittsstellen der sensiblen Nerven der oberen Extremität aus der Faszie unter die Haut und ihre periphere Verbreitung. Man wolle hiermit auch das Schema Fig. 169, S. 395 vergleichen. Einzelheiten der Innervation werden im folgenden nur insoweit berücksichtigt und beschrieben, als sie für die Anästhesierungstechnik von Belang sind.

Die Anästhesierung des Plexus brachialis.

Dem Verfahren Criles (S. 186), den Plexus brachialis oberhalb des Schlüsselbeins nach vorheriger Freilegung zu unterbrechen, haftet das Mißliche aller derartigen Eingriffe an. Es hat sich deshalb nicht eingebürgert. Der erste, der in der Literatur über die vor Einführung des Suprarenins unmögliche Anästhesierung des ganzen Armes durch perkutane Injektion in den Plexus berichten konnte, war Hirschel. Als Einstichstelle wählte er die Achselhöhle. Möglichst hoch oben in der Achselhöhle wird eine Pelotte durch zwei um den Thorax gelegte elastische Bänder fixiert, um eine Stauung in den Gefäßen zu erzielen und damit die Resorption zu verlangsamen. Der Arm wird stark abduziert gehalten. Dann fixiert man mit der einen Hand die Arteria axillaris und geht mit der Injektionsnadel möglichst weit oben unter dem Pectoralis major in der Längsrichtung des Armes ein. Beim Vordringen der Nadel muß sofort gespritzt werden, um die Gefäße zum Ausweichen zu bringen und ihre Verletzung zu vermeiden. Man umspült so mit einigen Spritzen der Lösung oben den N. medianus und mehr nach vorn den N. ulnaris. Ein weiterer Einstich ist dann noch

unterhalb der Arterie notwendig, etwa in der Höhe der Insertion des M. latissimus dorsi. Hier wird hauptsächlich der N. radialis getroffen. Auf diese Weise wird die Arterie umspritzt und bei einiger Vorsicht eine Läsion derselben sowie der Vene vermieden. Hirschel berichtete zunächst über drei erfolgreiche, auf diesem Wege ausgeführte Injektionen, später über 25 Fälle, wobei er zugleich mitteilt, daß die beschriebene Stauung unnötig sei. Als Anästhetikum dienen 30—40 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung.

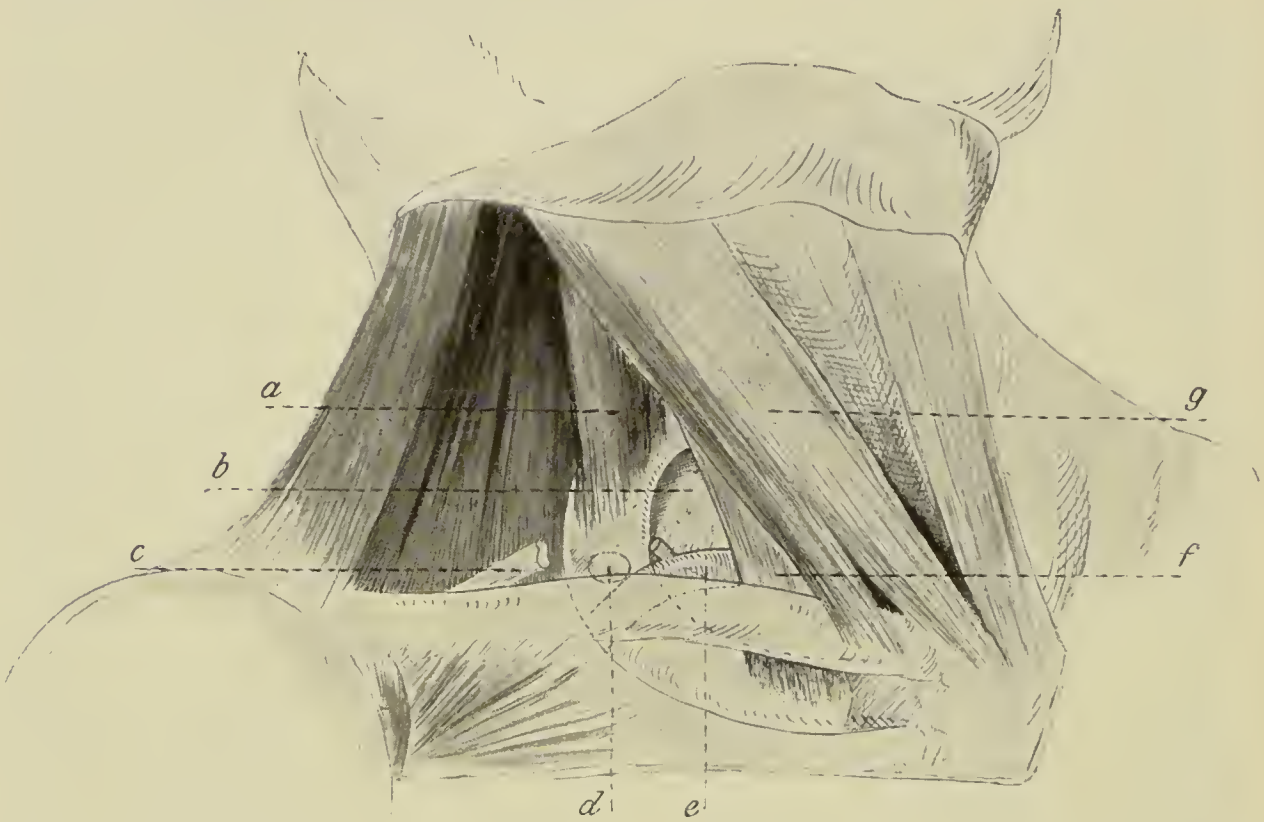


Fig. 165.
Lage der 1. Rippe und der A. subclav. zum Schlüsselbein. (Nach Kulenkampff.)
a Musc. scalen. med. *b* Lungenspitze. *c* M. omohyoid. *d* Quaddel. *e* Art. subclav. mit Art. transvers. colli. *f* M. scalen ant. *g* M. sternocleidomast.

Kurz nach Hirschels erster Mitteilung berichtete Kulenkampff über 25 Fälle von gelungener Anästhesierung des Plexus brachialis. Er wählte zur Unterbrechung die Stelle, wo der Plexus lateral von der A. subclavia der ersten Rippe aufliegt, und hatte die ersten Versuche an sich selbst vorgenommen. Die Lage des Plexus ist hier sehr genau fixiert, nach innen durch die A. subclavia deren Pulsation stets zu fühlen ist, nach unten durch die erste Rippe, nach vorn durch das Schlüsselbein. Die Vena subclavia liegt abseits. Unsere weiteren Erfahrungen mit der von uns alltäglich gebrauchten Plexusanästhesie

nach Kulenkampff haben ergeben, daß sie ein typisches, gefahrloses, sehr einfaches und schon nach wenigen Übungen auch zuverlässiges Anästhesierungsverfahren ist. Sie eignet sich für alle Operationen an der oberen Extremität, besonders auch für die Reposition von Schulterluxationen, wo sie dem oben erwähnten Verfahren Quénus ohne Zweifel überlegen ist. Sie macht die Narkose bei Operationen an der oberen Extremität nahezu völlig überflüssig. Über die an den ersten 160 Fällen gesammelten Erfahrungen hat Kulenkampff kürzlich eingehenden Bericht erstattet.

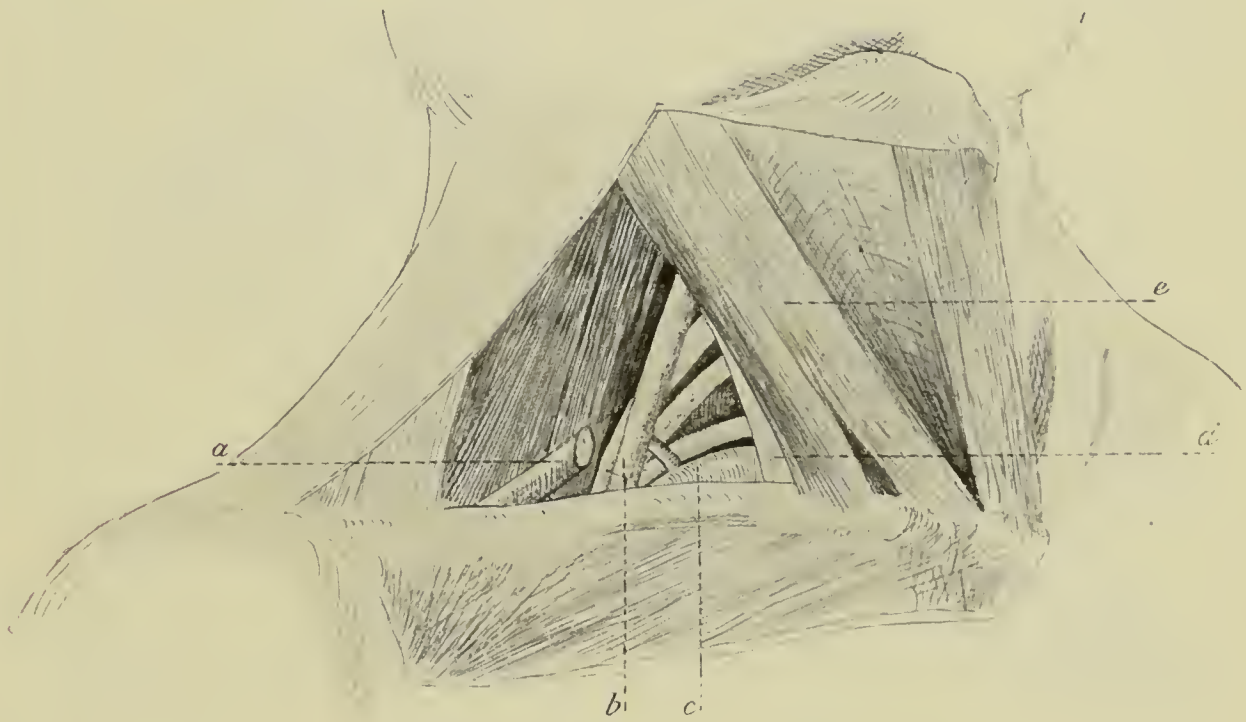


Fig. 166.
Lage des Plexus brachialis zum Schlüsselbein und A. subclavia. (Nach Kulenkampff.)
a Musc. omohyoid. *b* Plex. brach. (halbschematisch). *c* Art. subclav. mit Art. transvers. colli. *d* M. scalen. ant. *e* M. sternocleidomastoid.

Die anatomischen Verhältnisse der Injektionsstelle ergeben sich aus den Abbildungen Kulenkampffs (Fig. 165—167). Fig. 165 zeigt den Verlauf der ersten Rippe, wie er sich darstellt, wenn man von halbrechts gegen die Supraklavikulargegend des Patienten sieht. Man erkennt, wie sie senkrecht nach hinten und oben von der Klavikula aufsteigt. Das ist wichtig zu wissen, da sie den tiefsten Punkt darstellt, bis zu dem die Nadel bei richtiger Führung vordringen kann. So hat man nicht das unangenehme Gefühl, in die Tiefe zu stechen, ohne einen Widerhalt zu finden und ohne zu wissen, wo sich die Nadelspitze befindet. Die erste Rippe schneidet ungefähr die Mitte des Schlüsselbeins,

wo also auch die Hauptquaddel anzulegen ist. Medial erkennt man noch den eben die Klavikula überragenden Bogen der Arteria subclavia. Darüber erscheint die Pleurakuppel, die sonst vom Plexus brachialis bedeckt wird. Weiter erkennt man am Außenrande des Sternokleidomastoideus den Scalenus anticus, nach außen von der ersten Rippe den schräg aufsteigenden Omohyoideus, der hier abgeschnitten wurde, um den Verlauf der Rippe möglichst deutlich zu zeigen. Die Abbildung Fig. 166 gibt die Verhältnisse wieder, wie sie sich nach Entfernung der Haut, oberflächlicher und tiefer Faszie darstellen. Man

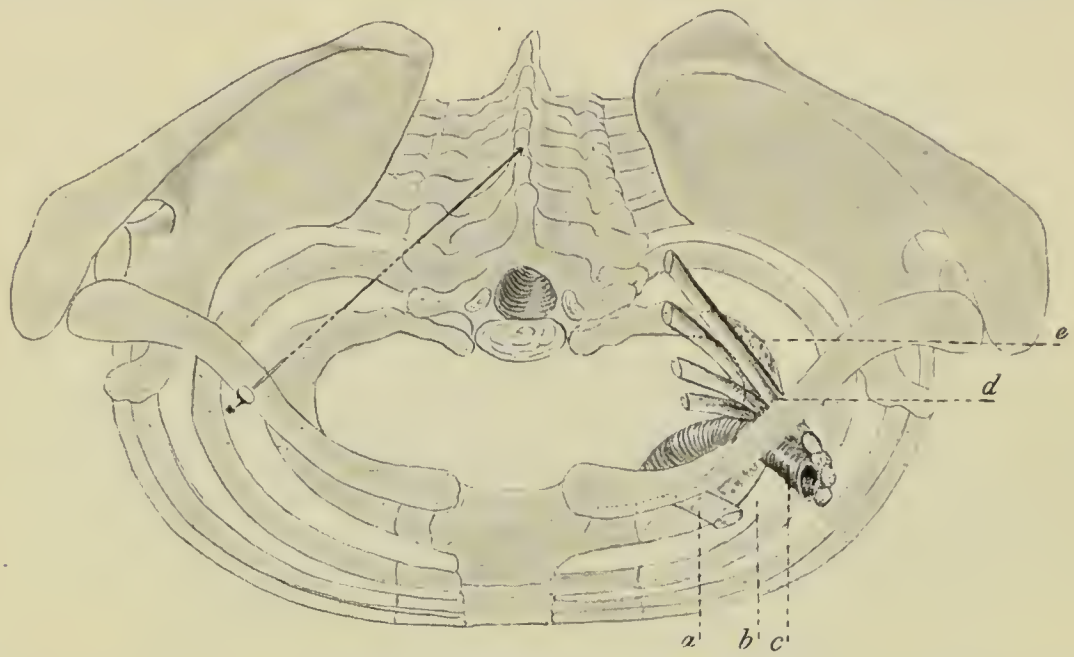


Fig. 167. Brustkorb von oben nach Kulenkampff, auf der einen Seite das Verhalten des Plexus und der A. subclavia zum Schlüsselbein, auf der anderen Seite die Richtung der Hohlnadel zeigend.

a V. subclavia. *b* Ansatzstelle des M. scalenus ant. *c* A. subclavia. *d* Plexus brachialis, sichelförmig die Arteria umlagernd. *e* Ansatzstelle des M. scalenus med.

sieht, wie das die Regel ist, die Arteria transversa colli mitten durch die eng an- und übereinandergelagerten Nervenstämme ziehen.

Die Abbildung 167 zeigt, wie die Nadel eingeführt werden muß, damit man auf die erste Rippe kommt. Je nach dem flacheren oder steileren Abfall derselben von der Halswirbelsäule zum Brustbein würde eine Verlängerung der Nadelachse, wie man erkennt, den 2.—4. Brustwirbeldorn treffen. Auf der anderen Seite sind Plexus, Arterie, Skalenusansatz und Vene eingezeichnet, hauptsächlich um den sichelförmigen Querschnitt zu zeigen, wie er dicht unterhalb der Klavikula durch die Umlagerung der Nervenstämme um die Arterie entsteht. Man versteht, wie eine dicht neben der Arterie eingestochene Nadel mitten zwischen die Nervenstämme geraten muß und daß ihr, richtig

eingeführt, fast ausnahmslos die Pulsation der Arterie mitgeteilt werden muß. Auch tritt etwas deutlicher hervor, wie schmal der Spalt der Skalenuslücke ist, als das nach Fig. 165 und 166 der Fall zu sein scheint.

Die Technik der Injektion gestaltet sich demnach folgendermaßen. Es ist zweckmäßig, die Anästhesierung in sitzender Stellung des Kranken vorzunehmen (Fig. 168), soweit dies möglich ist. Einer Vorbereitung mit narkotischen Mitteln bedürfen die Kranken nicht, dagegen müssen sie über die beim Eindringen der Nadel in den Plexus auftretenden, in die Finger ausstrahlenden Parästhesien in jedem Falle aufgeklärt werden, und müssen den Moment, wo sie diese fühlen, mit „jetzt" bezeichnen. Nur auf diese Weise ist mit Sicherheit zu erkennen, daß die Nadelspitze sich an der richtigen Stelle befindet.

Fig. 168. Ausführung der Plexusanästhesie (nach Kulenkampff).

Zunächst palpiert man sich die Arteria subclavia, indem man den Finger nur ganz leicht eindrückt. In vielen Fällen ist die Pulsation schon sichtbar, rechts häufiger wie links, was sich wohl aus den verschiedenen anatomischen Verhältnissen erklärt. Direkt nach außen von der Stelle, wo die Arterie abwärts laufend hinter dem Rande des Schlüsselbeins verschwindet, wird mit feiner Nadel eine Quaddel angelegt. Diese Stelle entspricht fast ausnahmslos der Mitte des Schlüsselbeins. Auch eine Verlängerung der meist sichtbaren Vena jugularis externa nach unten schneidet in der Regel am gleichen Punkte das Schlüsselbein. Hier sticht man eine 4—6 cm lange, feine Hohlnadel ohne Spritze ungefähr in der Richtung ein, als wollte man den Dornfortsatz des 2.—3. Brustwirbels treffen (s. Fig. 167). In geringer Tiefe, dicht unter der Faszie, liegt der Plexus. Sobald ihn die Hohlnadel berührt, entstehen in die Finger ausstrahlende Parästhesien im Gebiet des N. medianus, welcher oberflächlicher gelegen ist, und des N. radialis, welcher tiefer, hinter dem N. medianus, liegt. Trifft man — in einer Tiefe von 1—3 cm — auf die erste Rippe, so weiß man nun, daß der Plexus oberflächlicher liegen muß. Bekommt man die Parästhesien nicht sofort, so sucht man sie durch leichte Veränderungen der Nadelrichtung. Sehr häufig führt

man die Nadel anfangs — aus unnötiger Besorgnis vor der A. subclavia — zu weit lateral ein. Fließt Blut aus der Hohlnadel, so muß man deren Richtung ebenfalls ändern.

Sobald die Parästhesien erscheinen, setzt man die Spritze auf die Nadel und injiziert 10 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Zeigten sich die Parästhesien im Gebiet des N. medianus, so injiziert man einen Teil der Lösung einige Millimeter tiefer. Weitere 10 ccm injiziert man schließlich unter leichter Verteilung in die allernächste Nachbarschaft, indem man ganz geringe Veränderungen der Lage der Hohlnadel vornimmt. Man lasse sich nicht verleiten, vor Eintritt der Parästhesien zu injizieren.

Hatte man sehr ausgesprochene Parästhesien sowohl im Medianus als im Radialis beobachtet, so kann man darauf rechnen, daß nach 1—3 Minuten eine vollständige sensible und motorische Lähmung des Armes eingetreten ist. Meist muß man 10—15 Minuten warten. Ist zu dieser Zeit die Lähmung noch nicht vollständig, so empfiehlt es sich, noch 5—10 ccm 4%ige Novokain-Suprareninlösung nachzuspritzen. Parästhesien entstehen jetzt jedoch nicht mehr und der Erfolg ist unzuverlässig.

Der Oberarm kann sehr bald nach der Injektion zum Zweck der Blutsparung abgeschnürt werden, ohne daß die Kranken dies empfinden. Wir benutzen hierzu stets den Kompressor nach Perthes. Die Abschnürung ist meist notwendig, weil der Arm nach Unterbrechung des Plexus brachialis mehr oder weniger hyperämisch zu werden pflegt, wie im Heidenhainschen Experiment. Allerdings wirkt die durch das Suprarenin bedingte Kontraktion der A. subclavia augenscheinlich der Vasomotorenlähmung, wie sie nach Nervendurchschneidungen an den Extremitäten zu beobachten ist, entgegen.

Wie häufig man Versager zu erwarten hat, hängt ganz allein von der Übung des Operateurs ab. Nach Kulenkampff gelang es in den ersten 100 Fällen, an denen acht Operateure beteiligt waren, viermal nicht, die Parästhesien auszulösen, die Injektion blieb wirkungslos. In weiteren 19 Fällen waren einzelne Nervengebiete nicht völlig ausgefallen. Meist ließen sich aber die beabsichtigten Operationen ausführen.

Die Ausdehnung der der Injektion folgenden Anästhesie ergibt sich aus Fig. 169. Die motorische Lähmung betrifft stets auch den N. axillaris. Es ist daher sehr auffallend, daß das nach den anatomischen Lehrbüchern angeblich vom sensiblen Teil des N. axillaris innervierte Hautgebiet (Fig. 169, 2) niemals unempfindlich, sondern entweder nur hyp-

ästhetisch oder gar nicht beeinflußt wird. Für die Innervation dieser Teile müssen deshalb noch andere Nerven, wahrscheinlich die N. N. supraclaviculares in Betracht kommen.

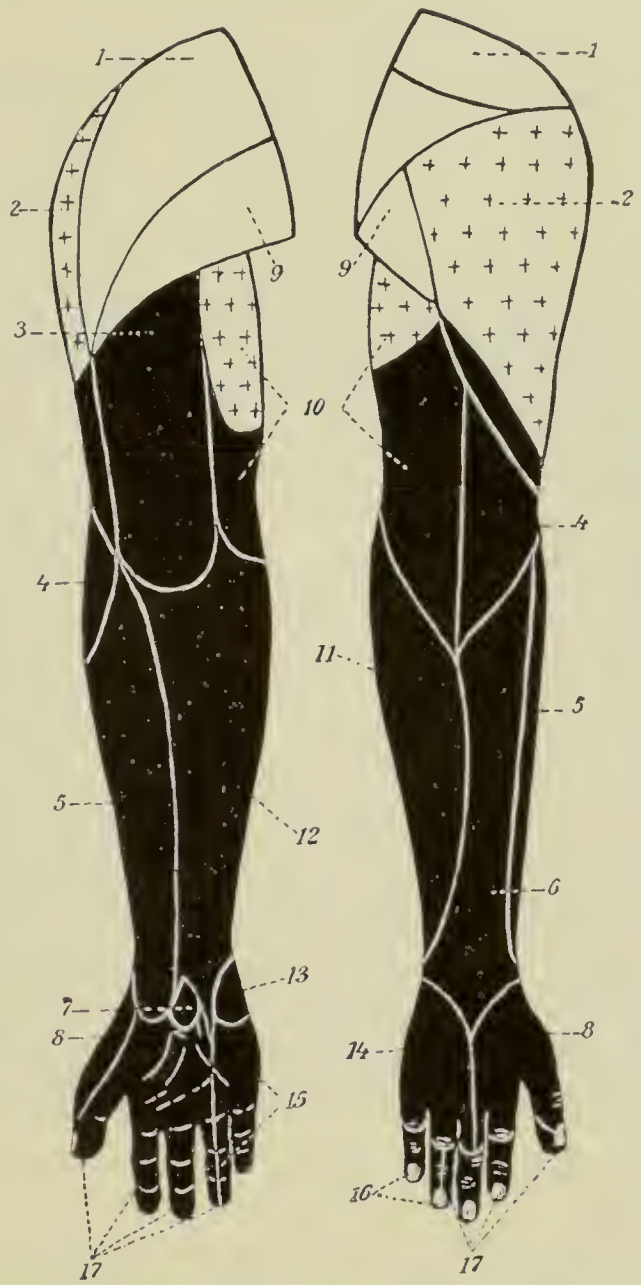


Fig. 169. Die sensiblen Hautgebiete (nach Toldt) und ihre Ausschaltung durch Plexusunterbrechung (nach Kulenkampff).

■ anästhetisch. ++ hypästhetisch oder nicht gelähmt. ⌒ nicht gelähmt.

1 N. N. supraclaviculares. 2 N. cutaneus brachii lateralis (aus dem N. axillaris) (?). 3 Rami cutanei brachii anteriores (aus dem N. cutaneus antibrachii medialis). 4 N. cutaneus brachii posterior (aus dem N. radialis). 5 N. cutaneus antibrachii lateralis (aus dem N. musculo-cutaneus). 6 N. cutaneus antibrachii dorsalis (aus dem N. radialis). 7 Ramus palmaris N. mediani. 8 Ramus superficialis des N. radialis. 9 Rami cutanei laterales (aus den N. N. intercostales). 10 N. cutaneus brachii medialis. 11 Ramus ulnaris des N. cutaneus antibrachii medialis. 12 Ramus volaris des N. cutaneus antibrachii medialis. 13 Ramus cutaneus palmaris des N. ulnaris. 14 Ramus dorsalis manus des N. ulnaris. 15 Ramus superficialis des N. ulnaris. 16 N. N. digitales volares proprii (aus dem N. ulnaris). 17 N. N. digitales volares proprii (aus dem N. medianus).

Die Dauer der Anästhesie beträgt 1½—3 Stunden. Störungen an der Injektionsstelle oder Nachschmerzen wurden nach Kulenkampff in 160 Fällen nicht beobachtet. Ein Anstechen der A. subclavia ist möglich, aber gänzlich bedeutungslos.

Die Indikation für die Plexusanästhesie geben alle chirurgischen blutigen und unblutigen Operationen am Arm, ausgenommen diejenigen, welche einfacher durch örtliche Injektionen zu behandeln sind. Bei uns bilden den Hauptanteil an den unter Plexusanästhesie ausgeführten Operationen schwere Handverletzungen und die Hand- und Vorderarmphlegmonen. Dazu kommen Amputationen, Exartikulationen und Resektionen an der oberen Extremität und die Reposition von Frakturen und Luxationen. Eine Exartikulation im Schultergelenk konnte ich schmerzlos ausführen, nachdem durch ringförmige Infiltration des Unterhautzellgewebes mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung an der Wurzel der Extremität, also quer durch die Achselhöhle und über die Schulter hinweg, die Endäste der N. N. supraclaviculares und der Interkostalnerven ausgeschaltet waren.

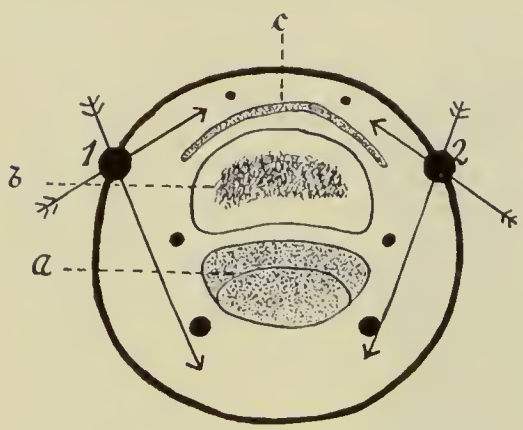


Fig. 170. Oberstsche Anästhesie. Schematischer Querschnitt durch ein Fingergrundglied.

1, 2 Einstichpunkte. *a* Beugesehne. *b* Knochen. *c* Strecksehne. Die Nerven sind durch schwarze Punkte bezeichnet, die Pfeile bezeichnen die Nadelführung.

Die günstigen Erfahrungen mit Kulenkampffs Plexusanästhesie sind von Jenkel, Finsterer und Borchers und Siebert (XIX, 22) bestätigt worden. Borchers beobachtete im Anschluß an eine Plexusanästhesie eine vier Wochen anhaltende motorische Parese des Armes, welche wohl, wie der Autor selbst annimmt, auf zu feste Abschnürung des Oberarms zurückzuführen ist. Hirschel hält seine Injektion in die Achselhöhle für zuverlässiger, als diejenige in die Supraklavikulargrube. Letztere sei für Eingriffe an der Schulter oder bei Einrichtungen von Schulterluxationen sehr geeignet, während sie bei Hand- und Fingeroperationen versage, was aber nach unseren und Borchers Erfahrungen nicht der Fall ist.

Die Anästhesierung eines Fingers nach Oberst.

Sie beruht auf dem Umstand (s. S. 181), daß im Unterhautzellgewebe des Grundgliedes sämtliche den Finger versorgenden Nervenbahnen gelegen sind. Fig. 170 zeigt den schematischen Querschnitt eines Finger-

grundgliedes. Die paarigen Hauptnervenstämme sind durch schwarze Punkte angedeutet. Das stärkste Paar liegt volarwärts dicht neben den Beugesehnen, von ihm zweigt sich schon hoch oben ein zweites Paar ab, das sich auf die Dorsalseite begibt, um die Streckseite des zweiten und dritten Gliedes zu innervieren. Endlich liegen unter der Haut der Streckseite zwei feine, oft auch schon in ihre Endäste zerfallene Nervenstämmchen, welche gewöhnlich nicht weit über das erste Glied hinaus zu verfolgen sind.

Es gilt also, das Anästhetikum in der Nachbarschaft dieser Nerven-

Fig. 171. Fingerinjektion nach Oberst.

stämme zu injizieren. Hierzu braucht man zwei Einstichpunkte, welche am Seitenrand des Fingers, jedoch mehr nach der Streckseite zu gelegen sind (Fig. 170, 1, 2), wo die Haut wenig empfindlich ist. Man beginnt die Injektion damit, daß man mit einer Grammspritze und feinster, scharfer Hohlnadel an einer der Einstichstellen eine Quaddel macht. Dann schiebt man die quer zur Längsachse des Fingers zu haltende Hohlnadel (Fig. 171 und Fig. 170, wo die Lage der Hohlnadel durch Pfeile angegeben ist) unter die Haut der Beugeseite und injiziert ein Quantum der Lösung. Nun zieht man die Nadel heraus, sticht sie an der gleichen, bereits unempfindlichen Stelle von neuem ein, um unter

die Haut der Streckseite zu injizieren. Dasselbe geschieht vom anderen Einstichpunkt aus. Die Lösung, welche ziemlich ringförmig das Unterhautzellgewebe durchtränken soll, werde so verteilt, daß die Beugeseite etwas mehr bekommt als die Streckseite. Ich injiziere 2—2½ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Man wartet nun, bis die Fingerspitze unempfindlich gegen Nadelstiche geworden ist, was im Durchschnitt nach fünf Minuten der Fall ist. An dem jetzt völlig gefühllosen Finger können nun beliebige blutige oder unblutige (Reposition von Luxationen!) Operationen vorgenommen werden. Panaritien sind für dieses Verfahren nur geeignet, wenn sie nicht über das Mittelglied hinausreichen. Die von Oberst angewendete Abschnürung des Fingers vor der Injektion der anästhesierenden Lösung wird durch den Suprareningehalt derselben überflüssig gemacht.

Die Fingerarterien sind Endarterien. Die Injektion von Suprarenin in den Finger erfordert deshalb gewisse Vorsicht. Füllt man das Unterhautzellgewebe des Fingers beliebig mit einer auch nur verdünnten Suprareninlösung, so kontrahieren sich alle seine Arterien und die Gewebe können sich zu langsam des Suprarenins entledigen. Wir haben also ähnliche Verhältnisse, wie bei einem gestielten Hautlappen (S. 272) und dem Präputium (S. 367). Hierauf sind sicherlich die Störungen und Nachschmerzen zu beziehen, welche nach der Fingeranästhesierung vielfach beobachtet wurden. Man hat sie nicht gesehen, solange man die Injektion in ihrer von Oberst angegebenen Form (Abschnürung, Injektion von 1—2 ccm ½—1%iger Kokainlösung) ausführte. Man kann sie aber auch sicher vermeiden, wenn man die Injektion möglichst nahe an der Fingerbasis macht, wo die Gefäßversorgung vielseitiger ist, und wenn man nicht das Unterhautzellgewebe des Fingers ringförmig prall mit 10 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert, sondern in der beschriebenen Weise eine kleine Quantität 2%iger Novokain-Suprareninlösung injiziert.

Einseitige Injektionen, entweder allein auf der Beugeseite oder allein auf der Streckseite, sind selten zu brauchen. Die kleinen Furunkel auf der Streckseite des Grundgliedes lassen sich durch eine gabelförmige Injektion (Fig. 172 am Zeigefinger) leicht unempfindlich machen.

Die Anästhesierung eines Fingers mit benachbarten Teilen der Mittelhand.

Die Einführung des Suprarenins hat es ermöglicht, einige, Teile der Mittelhand einschließende Injektionsverfahren auszubilden, welche sonst nur mit langdauernder, für den Kranken sehr lästiger Abschnürung des Arms ausführbar wären und sich deshalb niemals hätten einbürgern können.

Um einen Finger mit den benachbarten Teilen des Handtellers oder Handrückens unempfindlich zu machen, legt man zwei Einstichpunkte

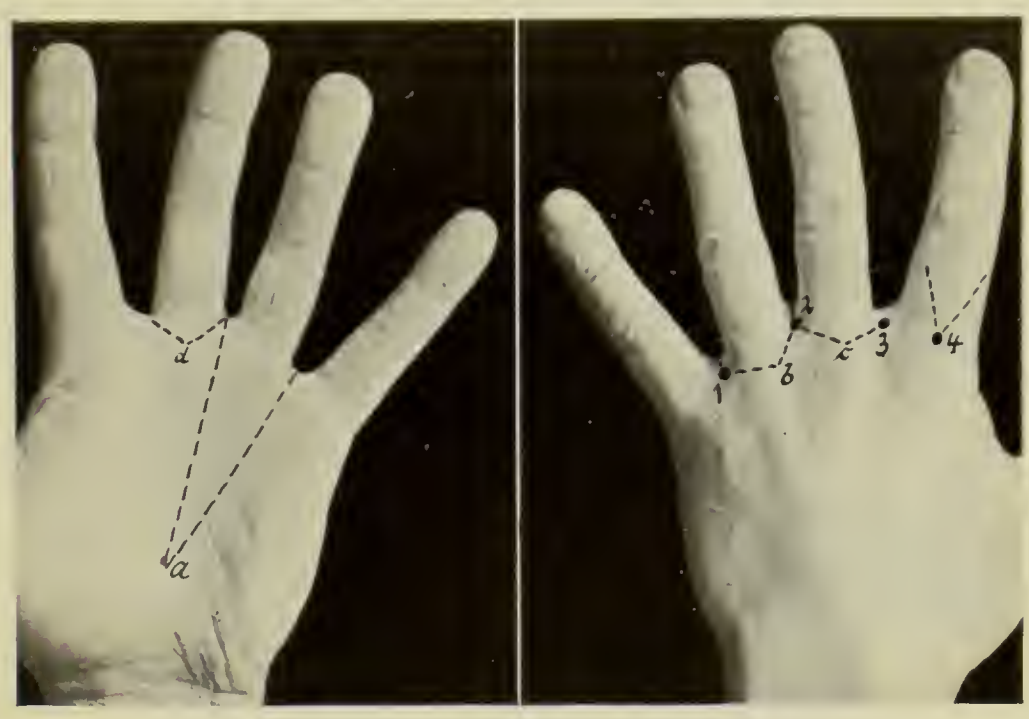


Fig. 172.
Gabelförmige Injektion (am Zeigefinger). — Anästhesierung eines Fingers mit Teilen des Handrückens und Handtellers (am 3. und 4. Finger). 1—4: Einstichpunkte.

auf die Rückseite der Interdigitalfalten (Fig. 172, 1 und 2 oder 2 und 3), beim Daumen und fünften Finger dementsprechend an den medialen oder lateralen Rand der Hand. Man injiziert von ihnen subkutan reichlich ½ oder 1%ige Novokain-Suprareninlösung in der Richtung nach den Punkten a oder d im Handteller, b oder c auf dem Handrücken. Hierzu sind längere Hohlnadeln nötig. Fig. 173 veranschaulicht die Nadelführung bei der Injektion in den Handteller von einer Interdigitalfalte aus. Niemals dürfen Einstichpunkte in den Handteller gelegt werden. Die Haut ist da zu hart und zu empfindlich. Man beginnt wiederum die Operation erst dann, wenn die Anästhesie sich bis zur Spitze des betreffenden Fingers ausgebreitet hat.

Der reichlichen Infiltration mit den genannten Lösungen steht das bei Injektionen unmittelbar in den Finger geäußerte Bedenken nicht entgegen.

Die Exartikulation des Mittelfingers im Grundgelenk. Operationen am dritten Mittelhandknochen.

Es sind vier Einstichpunkte zu markieren (Fig. 174). Zwei von ihnen liegen in den Interdigitalfalten, zwei auf dem Handrücken rechts und links vom dritten Mittelhandknochen über den Zwischenknochenräumen. Man beginnt mit zwei Injektionen von Punkt 3 und 4. Fig. 175 zeigt einen Querschnitt durch die Mittelhand und wie die Hohlnadel geführt werden muß. Man legt hierzu die Spitze des linken Zeigefingers in den Handteller des Kranken und sticht die Hohlnadel beim Punkt 3

Fig. 173. Nadelführung von einer Interdigitalfalte in den Handteller.

und 4 fortdauernd injizierend quer durch den Zwischenknochenraum, bis man ihre Spitze unter der Haut des Handtellers bei b fühlt. Fig. 176 veranschaulicht diese Manipulation. Für jede der beiden Injektionen sind 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung nötig. Es folgt subkutane Infiltration des Unterhautzellgewebes vom Punkt 1 und 2, im Handteller wieder gegen den Punkt b, auf dem Handrücken gegen Punkt 3 und 4. Schließlich werden Punkt 3 und 4 durch eine subkutane Injektion verbunden. Man braucht im ganzen 30—40 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Anästhesie ist fertig, wenn die Spitze des Mittelfingers unempfindlich geworden ist. Man kann nun den Finger exartikulieren mit oder ohne Entfernung von Teilen des zugehörigen Mittelhandknochens. Abschnürung des Arms ist unnötig. Das gleiche Verfahren gestattet die Ausführung von Operationen am dritten Mittelhandknochen.

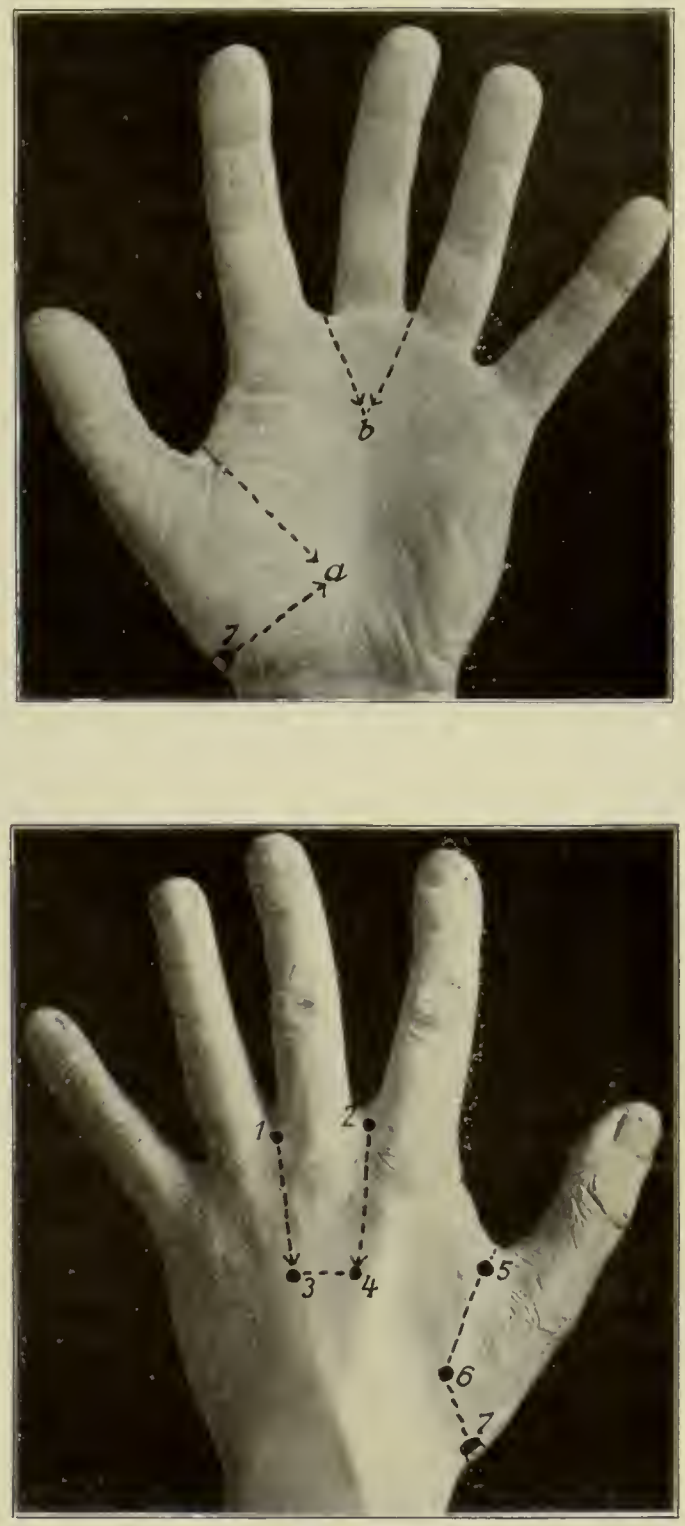


Fig. 174.
Exartikulation des Mittelfingers oder Daumens im Grundgelenk.
Operation an den Mittelhandknochen.

Die Exartikulation des Daumens im Grundgelenk. Operationen am ersten Mittelhandknochen. (Fig. 174.)

Man beginnt mit der Injektion in den Zwischenknochenraum vom Punkt 6 aus, indem man die Hohlnadel bis unter die Haut des Handtellers beim Punkt a führt. Hierzu sind wegen der Dicke der Weichteile 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung nötig. Es folgt subkutane Injektion von Punkt 5 und 7, und zwar im Handteller gegen Punkt a, auf dem Handrücken gegen Punkt 6. Abschnürung des Arms ist unnötig. Lösung: etwa 50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

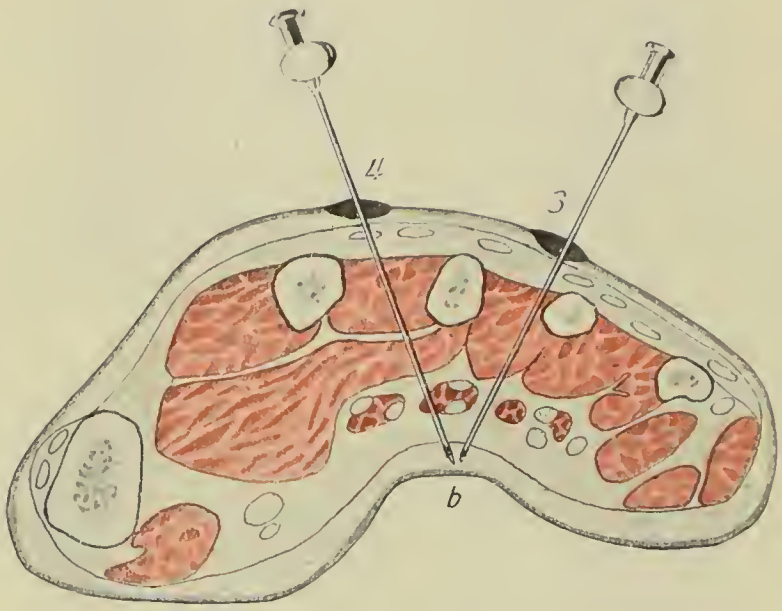


Fig. 175.
Querschnitt durch die Mittelhand. Nadelführung durch die Zwischenknochenräume. 3, 4 und b entsprechen den gleichen Bezeichnungen in Fig. 174.

Dies Verfahren zeigt zugleich, wie man den Daumenballen unempfindlich machen kann, ohne daß man in die empfindliche Haut des Handtellers einzustechen braucht, und läßt sich gleicherweise auch auf den fünften Finger und Mittelhandknochen übertragen.

Die Anästhesierung von mehreren Fingern und Teilen der Mittelhand. (Fig. 177.)

Die Einstichpunkte 1, 2, 3 dienen zur Anästhesierung des zweiten und dritten Fingers und werden durch Quaddeln markiert. Von Punkt 2 aus ist die Injektion in den Zwischenknochenraum gegen Punkt a vorzunehmen, vom Punkt 1 und 3 aus ist im Handteller gegen Punkt a,

auf dem Handrücken gegen Punkt 2 subkutan zu infiltrieren. Die Einstichpunkte 4, 5, 6 dienen in gleicher Weise zur Anästhesierung des vierten und fünften Fingers gleichzeitig. Teile der Mittelhand können in erforderlicher Weise in den anästhetischen Bezirk eingeschlossen werden, je nachdem die Einstichpunkte 2 oder 6 näher an die Finger oder näher an die Handwurzel gelegt werden. Lösung: 50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Fig. 176.
Nadelführung durch den Zwischenknochenraum.

Operationen an den Weichteilen des Handtellers.

Die Technik der Anästhesierung des Daumenballens und Kleinfingerballens durch Umspritzung ist schon bei der Exartikulation des Daumens beschrieben. Jeder andere Teil des Handtellers läßt sich auf die gleiche Art behandeln. Stets aber sind die Einstichpunkte — gewöhnlich zwei — an den Seitenrand der Hand und auf die Rückseite der Interdigitalfalten zu legen. Als Beispiel wählen wir ein Operationsfeld, welches auf die Weichteile des Handtellers beschränkt oberhalb des Zeigefingers gelegen ist (Fig. 178). Die Einstichpunkte werden in

diesem Falle bei 1 und 2 markiert; von beiden Punkten wird nach dem Punkt a im Handteller reichlich — 30—40 ccm — ½%ige Novokain-Suprareninlösung injiziert.

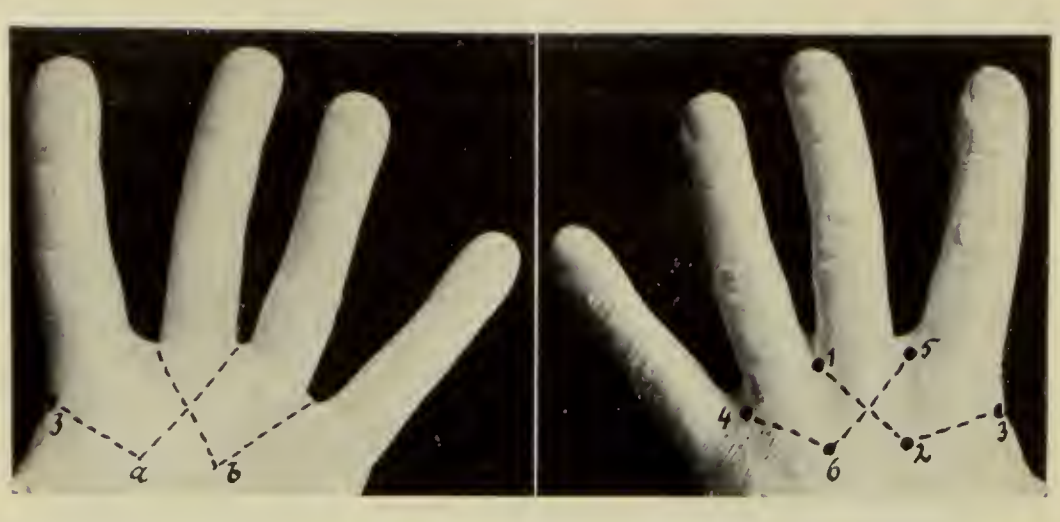


Fig. 177. Anästhesierung von zwei Fingern mit Teilen der Mittelhand.

Bei Handphlegmonen sind Injektionen in der Nähe der erkrankten Teile unzulässig. Erstere sind erst durch die Plexusanästhesie der

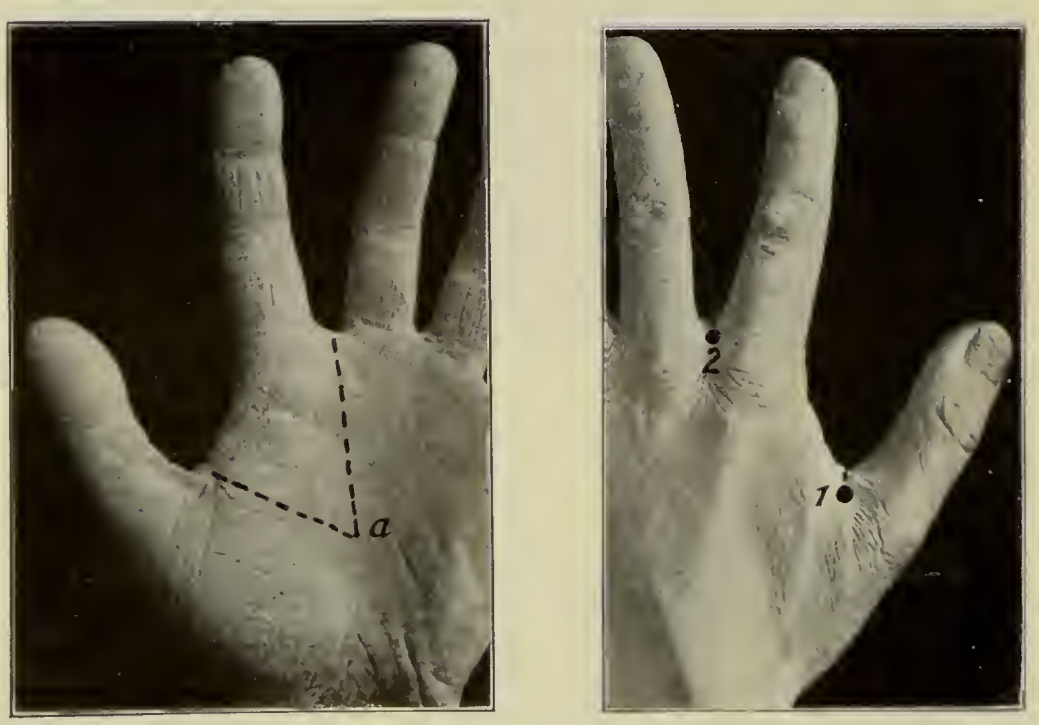


Fig. 178. Anästhesierung eines Teils des Handtellers.

Lokalanästhesie zugänglich gemacht. Einfache Abszeßspaltungen werden am schnellsten und besten durch den Chloräthylrausch nach Kulenkampff erledigt.

Weichteiloperationen auf dem Handrücken.

Auch hier kommen in der Hauptsache aseptische Operationen, Versorgung von Verletzungen, Exstirpation von Ganglien, Hygromen und Tumoren in Betracht. Man umspritzt das Operationsfeld mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Fig. 179 zeigt eine Reihe von Möglichkeiten, wie die Umspritzung auszuführen ist. Meist braucht man nur drei Seiten des Operationsfeldes in Gabel- oder U-Form zu umspritzen, da die Innervation ausschließlich vom Arm her in das Operationsfeld gelangt. Peripher geht die Anästhesie auch bei nur dreiseitiger Umspritzung meist über das Operationsfeld hinaus. Führt man die Umspritzung zuerst unter den Sehnen, dann erst subkutan aus, so beschränkt sich die Anästhesie keineswegs auf Haut und Unterhautzellgewebe. Für aseptische Operationen auf dem Handrücken braucht man deshalb nie Narkose.

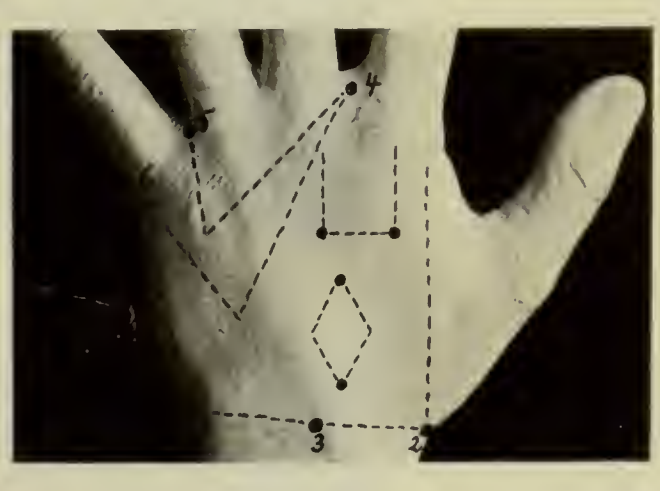


Fig. 179.
Anästhesierungen der Weichteile des Handrückens.

Die Unterbrechung des N. ulnaris am Ellbogen.

Diese zuerst von Krogius (XI, 70) ausgeführte Unterbrechung ist sehr leicht und zuverlässig, wovon man sich am eigenen Arm überzeugen kann. Man sucht sich den gewöhnlich dicht oberhalb des Condylus internus humeri deutlich fühlbaren Nerven auf, läßt ihn zwischen den Fingern rollen und macht den Kranken auf das hierbei entstehende eigentümliche Gefühl aufmerksam. Nun fixiert man den Nerven mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand und sticht die Hohlnadel gegen ihn vor durch Unterhautzellgewebe und Faszie hindurch. In dem Augenblick, wo die Nadelspitze den Nerven berührt und in ihn eindringt, empfindet der Kranke wieder dieselben Parästhesien, wie bei Druck auf den Nerven, und vermag diesen Moment anzugeben. Nun injiziert man die anästhesierende Lösung. Zu beachten ist, daß bei nicht wenigen Menschen der Ulnarisstamm bei gebeugtem Vorderarm nicht hinter, sondern vor dem Condylus internus gelegen ist und nur bei Streckung des Vorderarms hinter ihn gleitet. Eine subkutane Injektion in diese Gegend oder

Fig. 180 und 181.
Anästhesie nach Unterbrechung des N. ulnaris am Ellbogen.

eine subfasziale Injektion hinter den Kondylus bei gebeugtem Arm, wenn der Nerv nicht dort sich befindet, verläuft natürlich resultatlos.

Fig. 180, 181 zeigt die Ausdehnung der in der Regel außerordentlich schnell nach der Injektion eintretenden Anästhesie, woraus sich auch ihr Anwendungsgebiet bei Operationen am fünften Finger, am Hypothenar, am ulnaren Rande der Hand und fünften Mittelhandknochen ergibt. Für die Exartikulation des fünften Fingers und andere Operationen in diesem Gebiet gibt es kein einfacheres Anästhesierungsverfahren. Während der Operation ist Abschnürung nötig, welche man unmittelbar vor Beginn der Operation am Vorderarm dicht über dem Handgelenk anlegt, wo sie den Kranken so gut wie gar nicht belästigt.

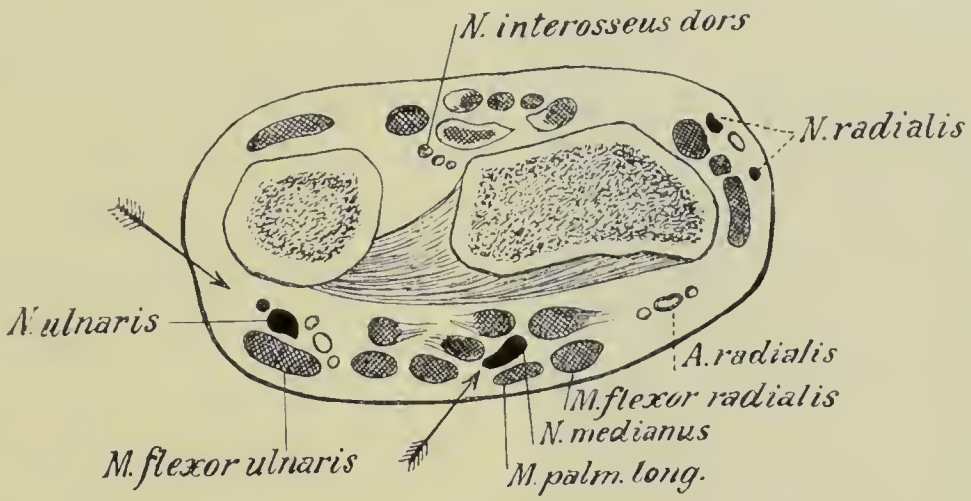


Fig. 182. Querschnitt durch den Vorderarm dicht über dem Handgelenk. (Nach einem Mikrotomschnitt.)

Die Pfeile bezeichnen die Nadelführung zum N. medianus und ulnaris.

Die Anästhesierung der ganzen Hand.

Vom Vorderarm treten folgende Nerven auf die Hand über: N. ulnaris, medianus und interosseus, alle drei subfaszial gelegen, ferner die Endäste des N. radialis, sämtlich subkutan gelegen.

Fig. 182 zeigt einen Querschnitt durch den Vorderarm dicht über dem Handgelenk. Die beiden Pfeile geben die Richtung an, in der mit der Hohlnadel auf den N. medianus und ulnaris an dieser Stelle einzugehen ist.

Um den N. medianus in dieser Höhe zu unterbrechen, markiert man (Fig. 183) einen Einstichpunkt ulnarwärts neben der Sehne des M. palmaris longus und sticht die Hohlnadel durch die Faszie unter die genannte Sehne. Man sucht nun, bis die Nadelspitze womöglich den

Nervenstamm trifft. Der Kranke bemerkt dies an den hierbei auftretenden, ausstrahlenden Parästhesien und muß diesen Moment mit „jetzt“ bezeichnen. Man injiziert 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Ferner injiziert man 5 ccm derselben Lösung vom ulnaren Rande des Vorderarms her oberhalb des Os pisiforme unter die Sehne des M. flexor ulnaris. Endlich infiltriert man von den gleichen und noch 2—3 anderen Einstichpunkten aus rings um den Vorderarm herum das subkutane Zellgewebe und auf der Streckseite auch das subfasziale Gewebe, also zwischen den Sehnen bis auf das Lig. interosseum, mit 50—60 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Fig. 183.
Einstichpunkte für den N. medianus und ulnaris über dem Handgelenk.

Die nun folgende Anästhesie der ganzen Hand ist in der Regel nach 10—15 Minuten vollendet. Der Venenanästhesie an der Hand haben wir dieses Verfahren stets vorgezogen.

Operationen am Vorderarm.

Haut und Unterhautzellgewebe des Vorderarms werden bis zum unteren Drittel herab ausschließlich von langen, ganz subkutan gelegenen Nerven versorgt, welche schon oberhalb des Ellbogens aus der Faszie treten (N. cutaneus antebrachii medialis, lateralis und dorsalis, Fig. 164). Infolgedessen bewirkt die Infiltration quergestellter Streifen des Unterhautzellgewebes am Vorderarm mehr oder weniger weit peripher von der Injektionsstelle sich ausbreitende Anästhesie, und wenn man dicht über oder unter dem Ellbogen ringsherum das Unterhautzellgewebe mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert, so erstreckt sich die Anästhesie allseitig bis ins untere Drittel des Vorderarms. Ein nennenswertes praktisches Interesse besitzt dies Verfahren ebensowenig, wie die leicht ausführbare Unterbrechung einzelner der erwähnten Nervenstämme. Von historischem Interesse ist die Leitungsunterbrechung des dicht oberhalb der Ellenbeuge am lateralen Rande des Bizeps ins Unterhautzellgewebe tretenden N. cutaneus antebrachii lateralis, denn an ihm beobachtete

Corning 1885 zum ersten Male am Menschen die peripherwärts sich ausbreitende Hautanästhesie nach einer Kokaininjektion an die Austrittsstelle des Nerven.

Zur Anästhesierung bei Operationen ist folgendes zu beachten. Operationsfelder in den oberen zwei Dritteln des Vorderarms, die sich auf Haut und Unterhautzellgewebe beschränken, werden U-förmig mit ½% iger Novokain-Suprareninlösung umspritzt (Fig. 184). Die einseitige Innervation dieses Gebiets macht die zirkuläre Umspritzung unnötig. Im unteren Drittel des Vorderarms ist die U-förmige Umspritzung wegen der hier austretenden (s. Fig. 164), das Resultat einer rein subkutanen Umspritzung möglicherweise vereitelnden Nerven, stets auch subfaszial auszuführen. Alle umschriebenen Tumoren u. dgl. können allenthalben auch nach dem Schema Fig. 28, S. 218 pyramidenförmig oder muldenförmig umspritzt werden.

Fig. 184.
U-förmige Injektionen am Vorderarm und am Handrücken.

Große anästhetische Felder erhält man auf der Streckseite im unteren Drittel des Vorderarms folgendermaßen (Fig. 184). Zwei Einstichpunkte werden in gleicher Höhe an den Seitenrändern des Vorderarms, entsprechend der fühlbaren Kante der Ulna und dem Radius, markiert. Zwischen ihnen infiltriert man mit langer Nadel die gesamten Weichteile der Streckseite, zuerst die Muskulatur, dann das Unterhautzellgewebe quer zur Längsachse des Arms mit 40—50 ccm ½% iger Novokain-Suprareninlösung. Von beiden Einstichpunkten laufen ferner subkutane Injektionsstreifen herab bis zum Handgelenk, wenn nötig bis zu den Fingern. Hierzu sind natürlich noch weitere Einstichpunkte anzulegen. Abschnürung des Arms während der Operation ist unnötig. Das Verfahren dient zur Versorgung komplizierter Weichteilverletzungen und zur Exstirpation von Tumoren, Hygromen und Sehnenscheidentuberkulosen dieser Gegend.

Das entsprechende Verfahren auf der unteren Hälfte der Beugeseite des Vorderarms gestaltet sich etwas abweichend wegen des N. ulnaris und medianus. Man legt wiederum die beiden Einstichpunkte am Seitenrande des Vorderarms an und verbindet sie durch Infiltration

quer zur Längsachse des Vorderarms, zuerst dicht auf den Knochen und dem Lig. interosseum, dann durch Infiltration des subkutanen Zellgewebes. Eine Infiltration der gesamten Muskulatur ist unnötig, kaum möglich und bewirkt keine Unterbrechung des N. ulnaris und medianus. Liegt das Operationsfeld im Gebiet des N. ulnaris, so muß man diesen vielmehr am Ellbogen unterbrechen (S. 405), liegt es im Gebiet des N. medianus, so muß man diesen, sobald man bei der Operation in seine Nähe kommt, am oberen Ende des Schnittes aufsuchen und durch intraneurale Injektion unterbrechen. Abschnürung des Arms ist während der Operation nötig. Wer mit der Plexusanästhesie vertraut ist, wird deshalb diese vorziehen. Ebenso sind Phlegmonen, Knochenoperationen, eingreifendere Operationen an den dicken Weich-

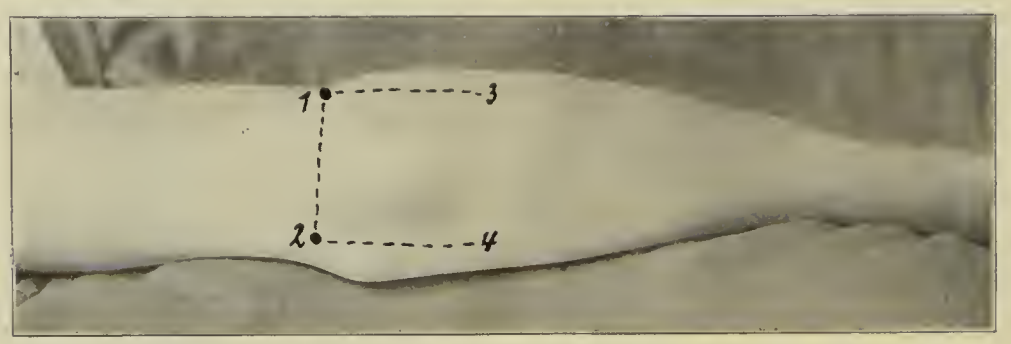


Fig. 185. Hufeisenförmige Umspritzung der Ellbogengegend.

teilen der oberen Hälfte des Vorderarms und Absetzungen durch Plexusanästhesie zu erledigen.

Operationen am Ellbogen.

Eine U-förmige Infiltration des Unterhautzellgewebes mit etwa 40 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung an der Rückseite des Ellbogens von zwei Einstichpunkten aus (Fig. 185, 1 und 2) dient zur Exstirpation der Bursa olecrani.

Zur Naht des gebrochenen Olekranons legt man noch zwei weitere Einstichpunkte an (Fig. 185, bei 3 und 4). Man beginnt mit der Injektion von 20 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung in das Ellbogengelenk unterhalb des äußeren oder inneren Kondylus, injiziert vom Punkt 1 und 2 je 10 ccm der Lösung unter die Trizepssehne, vom Punkt 3 und 4 je 10 ccm in die außen und innen die Ulna bedeckenden Muskeln und schließt mit der U-förmigen subkutanen Injektion.

Um eine aseptische Athrotomie (zur Entfernung von Gelenkkörpern) auszuführen, injiziert man wieder 20 ccm ½%ige Novokain-

Suprareninlösung ins Gelenk und infiltriert Kapsel und Unterhautzellgewebe in der Schnittlinie.

Resektionen und Exartikulationen erfordern die auch der Venenanästhesie an Einfachheit und Bequemlichkeit für Arzt und Kranken erheblich überlegene Plexusanästhesie.

Operationen am Oberarm.

Anästhesierende Injektionen an Ort und Stelle kommen nur bei oberflächlichen operativen Eingriffen in Betracht. Einfache subkutane Umspritzung führt wegen der vielen und unregelmäßigen Nervenaustrittsstellen (s. Fig. 164) nicht immer zum Ziel. Man muß deshalb stets eine vollständige pyramiden- oder muldenförmige Umspritzung des Operationsfeldes (S. 218) vornehmen.

Um die Haut der ganzen Außenfläche des Oberarms zur Entnahme Thierschscher Epithelstreifen oder Krausescher Lappen unempfindlich zu machen, infiltrieren wir das ganze Unterhautzellgewebe flächenhaft, soweit als es erforderlich ist, mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung in der Weise, wie dies am Oberschenkel beschrieben werden wird.

Komplizierte Eingriffe am Oberarm, Knochenoperationen und Absetzungen, gehören der Plexusanästhesie an.

Operationen in der Schultergegend.

Die großen Lipome der Schultergegend lassen sich sehr leicht in Lokalanästhesie entfernen. Man muß rings um den Tumor herum eine Anzahl von Einstichpunkten markieren. Von ihnen aus wird zunächst das ganze Geschwulstbett mit langen Hohlnadeln systematisch unterspritzt. Zum Schluß verbindet man die Einstichpunkte durch subkutane Injektionsstreifen. ½%ige Novokain-Suprareninlösung ist das geeignete Anästhetikum. Wir brauchten bei großen Lipomen wiederholt 200 und 250 ccm der Lösung.

Die Operationen am Schultergelenk lassen sich mit Hilfe der Plexusanästhesie nach Kulenkampff ausgezeichnet in Lokalanästhesie ausführen. Über die Exartikulation im Schultergelenk habe ich schon oben berichtet. Man hat hierzu den Plexus zu unterbrechen und infiltriert außerdem das Unterhautzellgewebe an der Wurzel des Gliedes, also vom Akromion quer durch die Achselhöhle, ringsherum mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Vom vorderen Resektionsschnitt nach v. Langenbeck habe ich mehrmals die Resektion des Gelenks, die blutige Reposition einer irreponiblen axillaren Humerusluxation, zweimal die blutige Reposition von Frakturen am oberen Humerusende in Lokalanästhesie ausgeführt. Außer der Unterbrechung des Plexus brachialis habe ich die Schnittlinie ausgiebig mit $^1/_2$ %iger Novokain-Suprareninlösung direkt infiltriert, wodurch zugleich die Blutung wesentlich eingeschränkt wird. Zur Resektion des Schultergelenks vom hinteren Schnitt nach Kocher oder von dem von mir in allen komplizierten Fällen bevorzugten Epaulettenschnitt bot sich noch keine Gelegenheit.

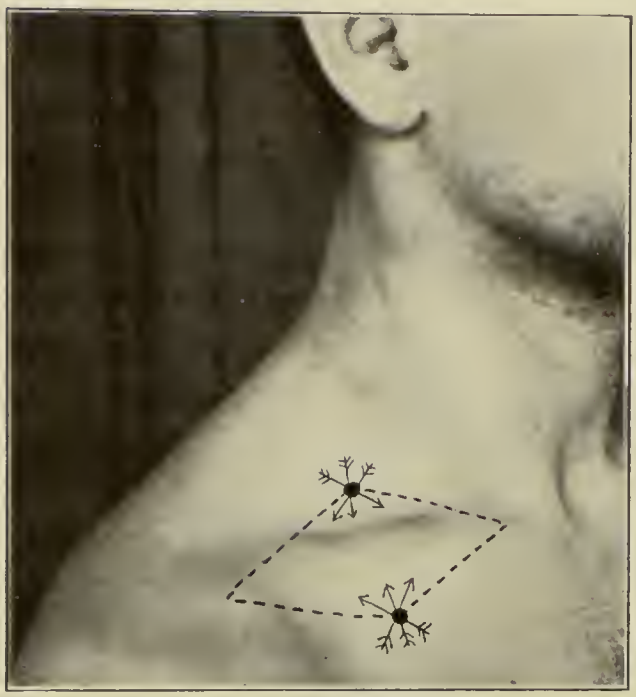


Fig. 186. Muldenförmige Umspritzung des Schlüsselbeins.

Für die letztere Schnittführung wird man das für die Exartikulation beschriebene Verfahren nötig haben, für den Kocherschen Schnitt werden möglicherweise die unteren Äste des Plexus cervicalis nach Kappis oder von der Seite her (S. 303) durch Infiltration auf die Querfortsätze der Halswirbel unterbrochen werden müssen.

Jedenfalls ist für alle diese Operationen die Narkose entbehrlich geworden.

Um kleinere Operationen am Schlüsselbein, wie die Abmeißelung eines störenden Kallus, vornehmen zu können, umspritzt man (Fig. 186) von zwei Einstichpunkten den ganzen Knochen muldenförmig nach dem Schema Fig. 30, S. 220.

Operationen an der unteren Extremität.

Die sensible Innervation.

An der unteren Extremität wird der Fuß und Unterschenkel ganz vom N. ischiadicus und N. femoralis (N. saphenus) versorgt, während sich an der sensiblen Innervation des Oberschenkels eine ganze Anzahl anderer, isoliert vom Becken auf das Bein übertretende Nerven beteiligen. Von diesen sind der N. obturatorius, N. cutaneus femoris

posterior und lateralis die wichtigsten, während die übrigen (N. ileo-hypogastricus, N. ileoinguinalis, N. genito-femoralis, N. N. clunium superiores) sich an der Innervation der Haut am Gliedansatz beteiligen.

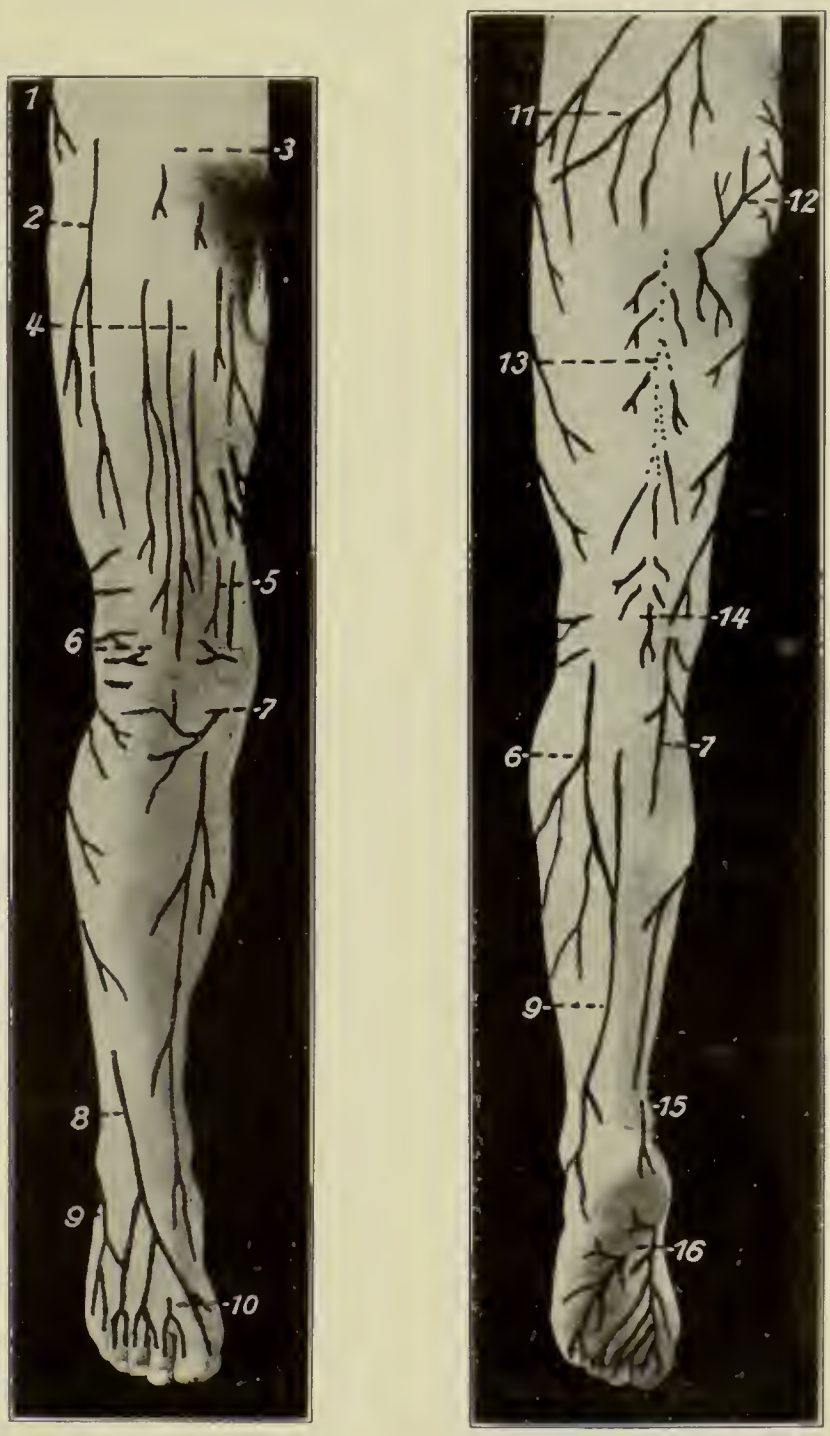


Fig. 187. Schema der sensiblen Innervation der unteren Extremität.

1 Ileo-hypogastricus. 2 Cutaneus fem. lateralis. 3 Lumbo-inguinalis. 4 Cutaneus fem. anterior. 5 Obturatorius. 6 Cutaneus surae lateralis. 7 Saphenus. 8 Peronaeus superficialis. 9 Suralis. 10 Peronaeus profundus. 11 Clunium superiores. 12 Clunium inferiores. 13 Cutaneus fem. posterior. 14 Cutaneus surae medialis. 15 R. calcanei N. tibialis. 16 Tibialis.

Fig. 187 zeigt uns wiederum schematisch die Austrittsstellen der sensiblen Nerven und ihre periphere Verteilung an der unteren Extremität.

Leitungsunterbrechungen am Oberschenkel.

Für eine Anästhesierung der ganzen unteren Extremität durch zentrale Leitungsunterbrechung liegen die Verhältnisse weit ungünstiger

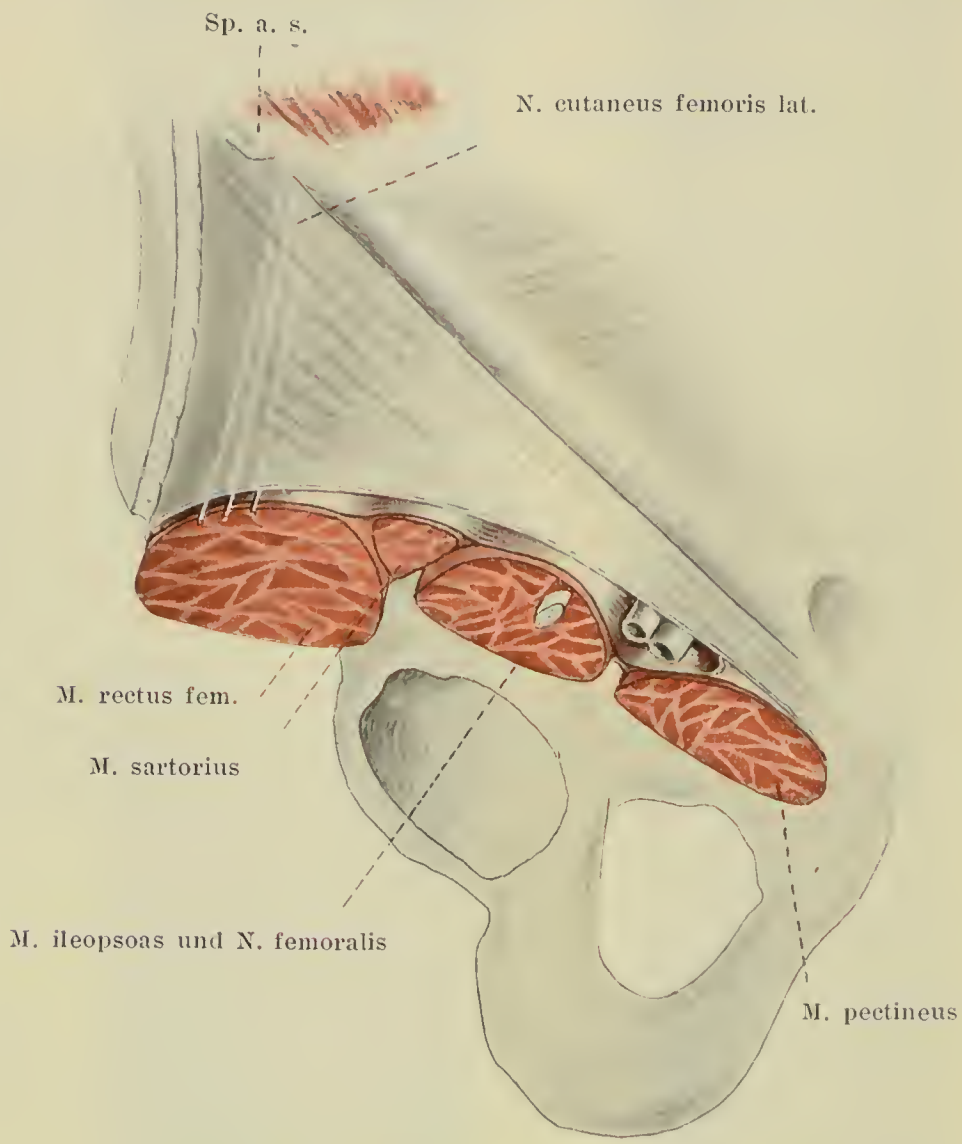


Fig. 188. Querschnitt durch die Kruralgegend.

wie am Arm. Denn hier sammeln sich die aus dem Plexus cervicalis entspringenden Hauptnervenstämme vorübergehend zu einem einzigen Strang, dort müssen wenigstens fünf Nervenbahnen einzeln unterbrochen werden.

Die Unterbrechung des N. cutaneus femoris lateralis, welcher die Haut der Außenseite des Oberschenkels innerviert, hat Nyström

im Jahre 1909 beschrieben. Der Nerv tritt dicht neben und medial von der Spina ilei a. s. unter dem Lig. Poupartii hervor (s. Fig. 188), läuft noch ein kurzes Stück unter der Fascia lata nach abwärts und durchbohrt letztere dann an einer oder mehreren Stellen, um ins Unterhautzellgewebe und zur Haut zu gelangen. Um den Stamm des Nerven zu unterbrechen, wird nach Läwen ein Einstichpunkt zwei Querfinger breit nach innen und unten von der Spina markiert (s. Fig. 189). Von ihm aus injiziert man in einem quer nach außen, also unterhalb der Spina vorbei, verlaufenden Streifen je $2\frac{1}{2}$ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung einmal unter die Faszie, dann subkutan. Der Nerv muß dann unterbrochen werden. Nyström empfahl dies Verfahren zur Entnahme von Epithelstreifen von der Außenseite des Oberschenkels. Leider ist es unzuverlässig, worauf auch Läwen hinweist, weil das durch die Injektion gewonnene anästhetische Hautgebiet von wechselnder Ausdehnung und oft sehr klein ist.

Fig. 189.
Einstichpunkte: 1 für den N. cutaneus femoris lateralis, 2 für den N. femoralis.

Läwen rät daher, außer dem erwähnten Nerven stets auch den N. femoralis zu unterbrechen. Dieser Nerv liegt etwas nach außen von der A. femoralis, von ihr durch einen Faszienstreifen (Lig. ileopectineum) und in der Regel auch noch durch eine Schicht des M. ileopsoas getrennt. Denn er liegt meist nicht unmittelbar unter der Fascia lata, sondern tiefer in einem Bindegewebsseptum des genannten Muskels. Diese Verhältnisse sind durch Fig. 188 erläutert.

Läwen gibt daher folgende Vorschrift. Man palpiert sich den Puls der A. femoralis unter dem Lig. Pouparti. Die Finger der linken Hand bleiben auf der Arterie liegen, so daß man über deren Lage dauernd orientiert ist. Unmittelbar unter dem Leistenbande, etwa 1—$1\frac{1}{2}$ cm nach außen von der Stelle, wo der Arterienpuls fühlbar ist, wird ein Einstichpunkt markiert (Fig. 189). Von ihm aus sticht man eine feine Hohlnadel senkrecht in die Tiefe und perforiert, was leicht zu fühlen

ist, die Fascia lata. Man injiziert 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung und führt die Hohlnadel während der Injektion noch ½—1 cm tiefer.

Ich möchte dem noch als sehr wesentlich hinzufügen, daß man den Nerven mit der Nadelspitze suchen soll. In dem Augenblick, wo sie den Nerven berührt, entsteht eine sehr charakteristische Zuckung in der Oberschenkelmuskulatur, und wenn man jetzt injiziert, so kann man sicher sein, nach wenigen Minuten die Unterbrechung vollendet zu sehen. Ihr auffälligstes Merkmal ist die motorische Lähmung des M. quadriceps femoris. Läwens Novokainbikarbonatlösungen sind hierzu nicht nötig.

Fig. 190.
Ausbreitung der Anästhesie nach Unterbrechung des N. cutaneus femoris lateralis und N. femoralis.

Während nun die Unterbrechung des N. femoralis für sich allein ebensowenig eine große praktische Bedeutung besitzt wie diejenige des N. cutaneus femoris lateralis, gewinnt man durch gleichzeitige Unterbrechung beider Nerven ein sehr großes anästhetisches Feld, dessen Umfang ziemlich konstant ist. Ich fand wenigstens in allen Fällen seine Grenzen fast genau übereinstimmend mit Läwen (Fig. 190). Läwen empfiehlt seine Verwendung besonders zur Entnahme von Epithelstreifen, wozu es in der Tat vortrefflich zu brauchen ist, doch konnte er auf diese Weise auch ein großes, im M. rectus femoris gelegenes Lipom schmerzlos entfernen. Die gleichzeitige Unterbrechung des N. femoralis und N. cutaneus femoris lateralis ist also eine einfache und in passenden Fällen allgemein brauchbare Methode. Die übrigen, vom Becken auf den Oberschenkel übertretenden Nerven sind dagegen schwerer zugänglich.

Den N. ischiadicus hat Crile freigelegt und durch endoneurale

Injektion unterbrochen (s. S. 185). Ihn perkutan zu unterbrechen, ist schwierig und unzuverlässig. Der Nervenstamm liegt in der Glutäalgegend in der Tiefe, etwas medial von der Mitte der Verbindungslinie zwischen Trochanter major und Tuber ischii. Läwen, dem wir eingehende Versuche in dieser Richtung verdanken, sucht den Nerven bei mageren Individuen an dieser Stelle zu palpieren und injiziert von zwei Einstichpunkten, von denen der eine 2 cm nach außen vom Tuber ischii, der andere 3 cm nach innen vom Trochanter gelegen ist. Perthes sucht den Nervenstamm in der Glutäalfalte zu treffen. Jassenetzki-Woino wählt einen Punkt als Einstich, welcher bestimmt ist durch den Schnittpunkt einer durch die Spitze des großen Trochanters gelegten Horizontalen und einer durch den Außenrand des Tuber ischii gelegten Vertikalen.

Nach meiner Meinung und Erfahrung ist es ziemlich gleichgültig, wohin man den Einstichpunkt legt. Das einzige, was unerläßlich und wichtig ist, ist, den Nervenstamm mit der Nadelspitze aufzusuchen, bis die bei seiner Berührung entstehenden, in die Zehen ausstrahlenden Parästhesien entstehen. Von welcher Bedeutung die Beobachtung dieser Parästhesien ist, hat der Plexus brachialis gezeigt. Injiziert man nach dem Vorgange von Läwen 4%ige Novokain-Suprareninlösung sobald die Parästhesien aufgetreten sind, so gelingt meistens die Unterbrechung des Nervenstamms. Ob sie zuverlässiger wird mit Hilfe der Reiznadel von Perthes, muß die Zukunft lehren.

Der N. cutaneus femoris posterior liegt unterhalb der Glutäalfurche dicht unter der Faszie in der Mitte der Rückseite des Oberschenkels und ist hier verhältnismäßig leicht zu treffen. Läwen hat ihn höher oben, wo er in der Tiefe, dicht hinter dem N. ischiadicus gelegen ist, zu treffen gesucht.

Der N. obturatorius ist nach Läwen in der Nähe seiner Austrittsstelle nicht zu treffen, er suchte ihn durch subkutane und subfasziale halbringförmige Infiltration an der Innenseite des Oberschenkels zu unterbrechen*).

Es ist Läwen wiederholt gelungen, durch Unterbrechung aller dieser Nerven das ganze Bein anästhetisch zu machen. Die hierzu erforderlichen Novokaindosen (bis 2,1 g) sind jedoch nicht ganz unbedenklich und das Verfahren ist zu kompliziert, um praktisch viel verwertbar zu sein. Diese Meinung hat Läwen selber geäußert.

*) Perthes ist es gelungen, mit der Reizkanüle von der Gegend des Tuberculum pubis her den Nerven am Foramen obturatorium zu punktieren. S. auch die neueren Arbeiten von Keppler (XIX, 13) und Babitzki (XIX, 23).

Die Anästhesierung der Zehen nach Oberst.

Das Verfahren ist das gleiche (Fig. 191) wie an den Fingern. An der großen Zehe liegen zwei Einstichpunkte an ihrem Seitenrande, etwas mehr nach der Streckseite. Von ihnen aus injiziert man sub-

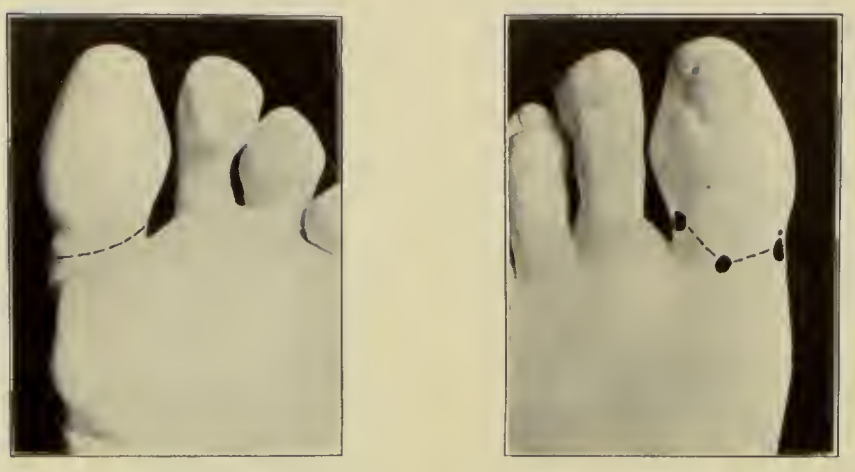


Fig. 191. Die Anästhesierung der großen Zehe nach Oberst.

kutan unter die Haut der Beugeseite, wie die punktierte Linie angibt. Wegen des starken Vorsprunges, den die Strecksehnen bilden, ist es bequemer, die Injektion unter die Haut der Streckseite von einem

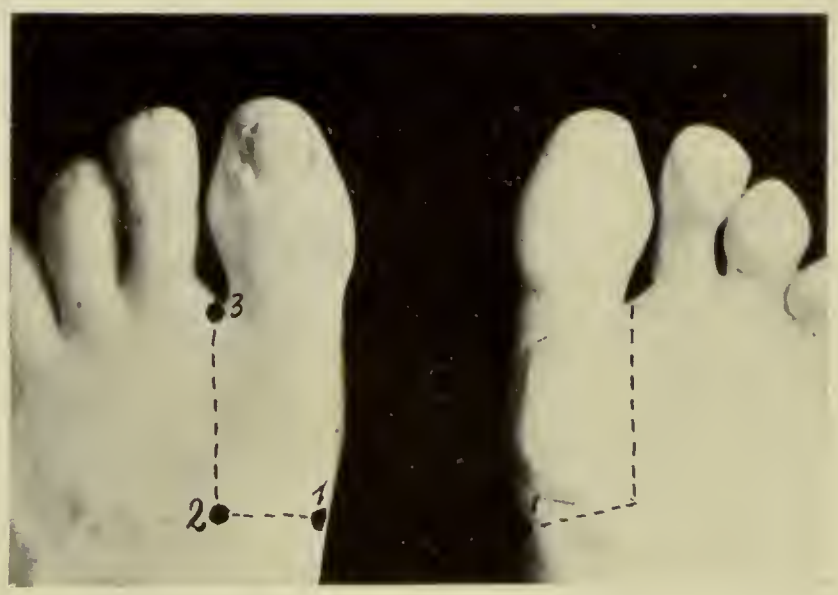


Fig. 192. Exartikulation der großen Zehe. Hallux-valgus-Operationen.

dritten, mitten auf der Streckseite gelegenen Einstichpunkt aus vorzunehmen. Lösung: 3—4 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. An den übrigen Zehen legt man die Einstichpunkte in die Interdigitalfalten, wie in Fig. 192.

Die Exartikulation der großen Zehe. Hallux valgus-Operationen.

(Fig. 192.)

Drei Einstichpunkte sind zu markieren. Der eine liegt am medialen Fußrande, der zweite auf dem Fußrücken über dem ersten Zwischenknochenraum, der dritte in der ersten Interdigitalfalte. Man beginnt mit einer Injektion in den Zwischenknochenraum, welche ganz ebenso wie an der Hand auszuführen ist, d. h. man sticht die Hohlnadel infil-

Fig. 193. Exartikulation der 3. Zehe.

trierend durch den Zwischenknochenraum, bis der aufgelegte Finger ihre Spitze unter der Haut der Fußsohle fühlt. Es folgt subkutane Infiltration von Punkt 1 und 3 in der Richtung der punktierten Linie. Lösung: 40—50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Abwarten, bis die ganze Zehe unempfindlich geworden ist! Abschnürung ist zur Exartikulation nicht erforderlich.

Die Exartikulation der 3. Zehe. Operationen am 3. Mittelfußknochen.

(Fig. 193.)

Es sind vier Quaddeln zu markieren wie bei der entsprechenden Operation an der Hand, zwei liegen auf der Streckseite der Interdigitalfalten, zwei auf dem Fußrücken über dem zweiten und dritten

Zwischenknochenraum. Vom Punkt 1 und 2 wird die Nadel injizierend in den Zwischenknochenräumen vorgeschoben, bis sie unter der Haut der Fußsohle beim Punkt a fühlbar wird. Es folgen Injektionen vom Punkt 3 und 4 unter die Haut der Fußsohle gegen Punkt a, unter die Haut des Fußrückens gegen Punkt 1 und 2. Subkutane Injektion zwischen Punkt 1 und 2 bildet den Schluß. Lösung: 50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Operationen auf dem Fußrücken.

Die Technik der Anästhesierung ist durchaus gleichartig der auf dem Handrücken. Dem, was S. 404 hierüber gesagt wurde, ist nichts hinzuzufügen.

Fig. 194. Tenotomie der Achillessehne.

Die Tenotomie der Achillessehne.

(Fig. 194.)

Man markiert rechts und links von der Achillessehne je einen Einstichpunkt und infiltriert das Operationsfeld muldenförmig nach dem Schema Fig. 29, S. 219. Bei Erwachsenen und älteren Kindern lassen sich dann Operationen an der Achillessehne in Lokalanästhesie vornehmen. Es handelt sich freilich stets um Ausnahmefälle, da die der Tenotomie gewöhnlich folgenden therapeutischen Maßnahmen meist eine weitergehende Anästhesierung verlangen.

Die Anästhesierung des ganzen Fußes.

Wir bedienen uns bei eingreifenden Operationen an den Knochen und Weichteilen des Fußes regelmäßig des folgenden Verfahrens.

Vom Unterschenkel treten fünf Nerven auf den Fuß über: N. tibialis, N. saphenus, N. suralis, N. peroneus superficialis und profundus (s. Fig. 187, S. 413. Die Unterbrechung des N. tibialis hinter dem Malleolus internus bewirkt Anästhesie in dem in Fig. 195 und 196 bezeichneten Gebiet, diejenige des N. peroneus profundus in dem Fig. 200 bezeichneten Gebiet. Injiziert man ein Anästhetikum in einem queren Streifen über dem inneren Knöchel subkutan an der medialen Hälfte des Unterschenkels, so werden die Endäste des N. saphenus unterbrochen und man erhält Anästhesie der Haut in dem in Fig. 197 bezeichneten Gebiet. Ein in gleicher Weise über dem äußeren Knöchel

an der lateralen Seite des Unterschenkels injizierter Streifen unterbricht den N. peroneus superficialis und N. suralis, und man erhält Anästhesie in dem in Fig. 198 und 199 bezeichneten Bezirk.

Fig. 195.

Fig. 196.

Fig. 197.

Fig. 198.

Fig. 199.

Fig. 200.

Fig. 195—200. Leitungsunterbrechungen am Fuß.
Fig. 195 und 196. N. tibialis hinter dem inneren Knöchel. — Fig. 197. Injektion eines subkutanen Halbringes über dem inneren Knöchel. — Fig. 198 und 199. Injektion eines subkutanen Halbringes über dem äußeren Knöchel. — Fig. 200. N. peroneus profundus.

Die Unterbrechung des N. tibialis an der bezeichneten Stelle ist sehr leicht. Fig. 201 zeigt einen Querschnitt durch den Unterschenkel dicht über den Knöcheln, der Pfeil zeigt die Richtung der Hohlnadel, in

der auf den Nervenstamm einzugehen ist. Der Einstichpunkt liegt in der Höhe, wo der innere Knöchel am dicksten ist, etwa 1 cm vom Rande der Achillessehne entfernt. Von hier sticht man die Nadel genau von hinten nach vorn, bis man auf Knochen, die hintere Fläche der Tibia, trifft. Man sucht nun so lange, bis der Kranke, der hierauf vorbereitet werden muß, in die Zehen ausstrahlende Parästhesien angibt. Fließt Blut aus der Nadel, so zieht man sie etwas zurück und sucht weiter

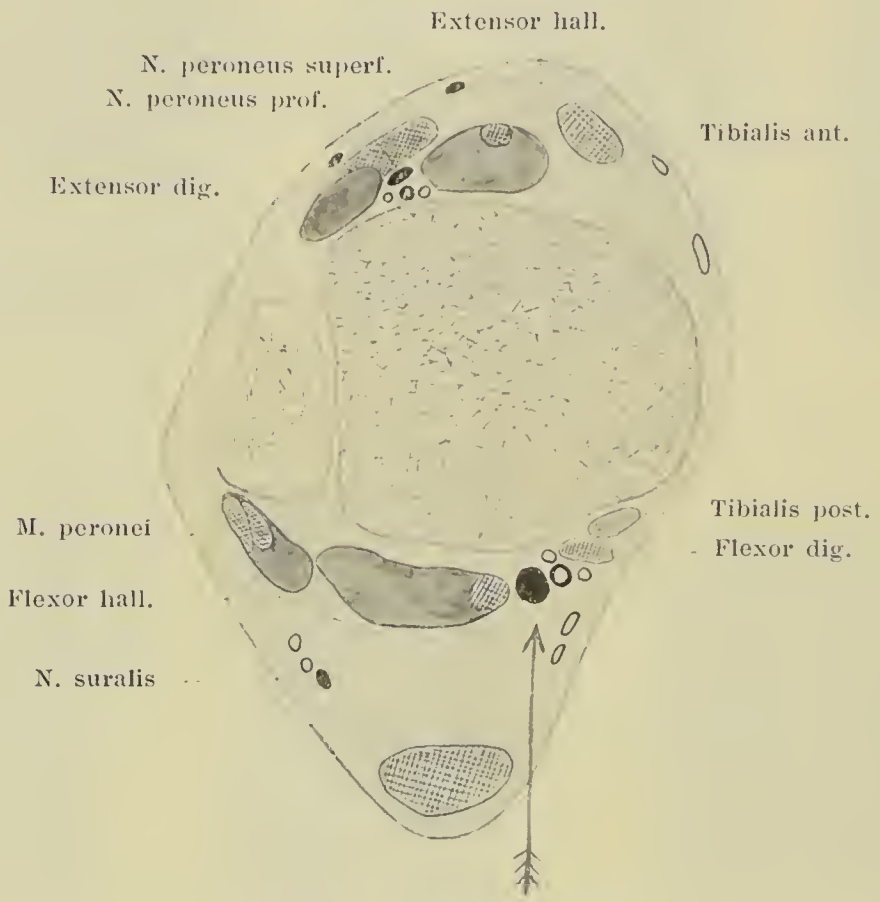


Fig. 201.

Querschnitt durch den Unterschenkel dicht über dem Sprunggelenk. (Nach Braune.) Der Pfeil bezeichnet die Nadelführung zum N. tibialis.

lateralwärts. Sobald die Parästhesien erscheinen, injiziert man 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung und wird gewöhnlich schon nach wenigen Minuten die Unterbrechung des Nerven nachweisen können.

In praxi gestaltet sich also das Verfahren folgendermaßen. Man markiert mehrere Einstichpunkte. Den einen an der bezeichneten Stelle hinter dem inneren Knöchel, die übrigen, gewöhnlich noch vier, in der gleichen Höhe rings um den Unterschenkel herum. Man unterbricht den N. tibialis durch Injektion von 5 ccm 2%iger Novokain-Suprarenin-

lösung, wie oben beschrieben, und infiltriert nun von den übrigen Einstichpunkten ringsherum das Unterhautzellgewebe des Unterschenkels, das zwischen den Sehnen und an der Vorderfläche der Tibia gelegene Gewebe — letzteres, um den N. peroneus profundus zu unterbrechen —, endlich das hinter der Achillessehne gelegene Fett mit 50—75 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Wir führen mit diesem sehr empfehlenswerten Verfahren Operationen an der Fußsohle, an den Mittelfuß- und Fußwurzelknochen, die Absetzungen nach Lisfranc, Chopart, Pirogoff, die Exartikulation im Sprunggelenk und Resektionen im Bereich der Fußwurzel, endlich auch das Klumpfußredressement bei älteren Kindern aus. Uns hat das bei Phlegmonen natürlich kontraindizierte Verfahren nie im Stich gelassen. Eine Abschnürung der Extremität hat man auch bei den Absetzungen nicht nötig. Die Arterien bluten unter dem Einfluß des Suprarenins so wenig, daß eine solche überflüssig ist.

Operationen am Unterschenkel.

Oberflächliche, auch nur Haut und Unterhautzellgewebe umfassende Operationsfelder am Unterschenkel erfordern meist vollständige Unter- und Umspritzung. Die einfache subkutane Umspritzung ist unzuverlässig. Von den Hautnerven des Unterschenkels ist der N. peroneus comm. und der N. saphenus leicht zu unterbrechen, der erstere in der Kniekehle neben dem Wadenbeinköpfchen, der letztere durch Infiltration eines Streifens des Unterhautzellgewebes, der von der Tuberositas tibiae lateral bis zur Mitte der Wade zieht, mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Die praktische Bedeutung dieser Unterbrechungen ist jedoch gering, weil die Unterbrechung des dritten der den Unterschenkel versorgenden Nerven, des N. tibialis, in der Kniekehle schwierig und unzuverlässig ist, und durch Unterbrechung der beiden erstgenannten Nerven allein immer nur kleine und zudem an Umfang sehr variable Bezirke unempfindlich werden.

Komplizierte aseptische Operationen und Absetzungen im Unterschenkel sind ein geeignetes Objekt für Biers Venenanästhesie (S. 188).

Operationen in der Kniegegend.

Zur Anästhesierung des präpatellaren Schleimbeutels sind vier Einstichpunkte zu markieren, deren Lage sich aus Fig. 202 ergibt. Es genügt aber keineswegs ein durch die Richtung der punktierten Linie

bezeichneter subkutaner Injektionsstreifen. Es ist vielmehr notwendig, vor Ausführung der subkutanen Injektion die Hohlnadel von jedem der Einstichpunkte nach verschiedenen Richtungen infiltrierend bis an den Rand der Patella vorzuschieben oder, wo dies wegen der Größe des Tumors nicht möglich ist, seitlich die Kniegelenkkapsel, oben den Quadrizeps zu infiltrieren. Lösung: 75—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Exstirpation des Schleimbeutels erfordert in aseptischen oder leicht infizierten Fällen niemals die Narkose, bei per-

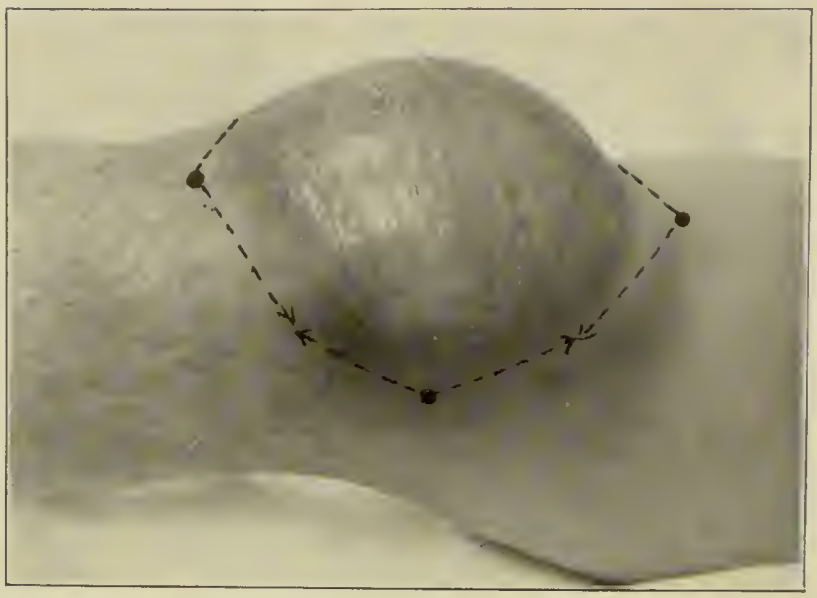


Fig. 202. Anästhesierung bei Hygroma praepatellare.

foriertem Schleimbeutel und phlegmonöser Beschaffenheit der Umgebung ist die Anwendung der Lokalanästhesie zu unterlassen.

Schleimbeutelhygrome der Kniekehle.

Wir führen ihre Exstirpation stets in Lokalanästhesie aus. Sorgfältige Umspritzung des Tumors mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung von vier Einstichpunkten aus zunächst in der Tiefe, zuletzt subkutan, ist notwendig. Kommt einer der großen Nervenstämme während der Operation zu Gesicht, so unterbricht man ihn durch endoneurale Injektion von etwas Novokain-Suprareninlösung.

Operationen am Kniegelenk.

Die Anästhesierung des Stichkanals bei der Punktion des Kniegelenks geschieht nach den S. 216 gegebenen Regeln. Anfüllung des Gelenks mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung macht die Synovialmembran sehr schnell unempfindlich und löst durch Schmerzen be-

dingte Kontrakturen. Verödete, verwachsene Gelenke sind hierzu natürlich ungeeignet. Aseptische Arthrotomien am Kniegelenk, zur Entfernung von Gelenkmäusen und Meniskusoperationen, führen wir stets in Lokalanästhesie aus. Man füllt zunächst das Gelenk mit 20 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung und infiltriert dann von zwei Einstichpunkten aus (Fig. 204, 1 und 2) Gelenkkapsel und Unterhautzellgewebe in der Schnittlinie (nach dem Schema Fig. 27, S. 217) mit der gleichen Lösung. Die Operationen sind stets absolut schmerzlos, auch wenn man das Gelenk breit eröffnen muß.

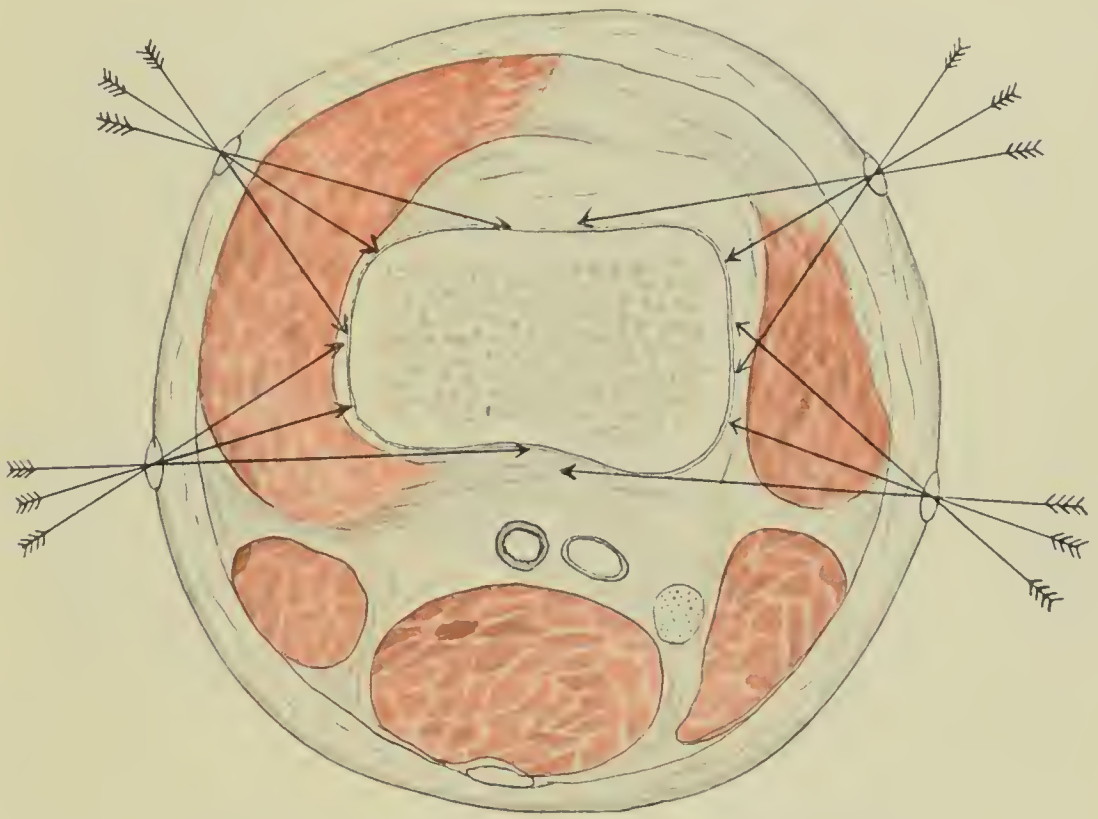


Fig. 203. Suprakondyläre Osteotomie des Femurs.

Auch die Patellarnaht bei Frakturen führen wir seit längeren Jahren ohne Ausnahme in Lokalanästhesie aus. Die Einstichpunkte sind etwa die gleichen wie beim Hygroma praepatellare (Fig. 202), nur liegen die seitlichen Punkte noch etwas weiter nach hinten. Man beginnt damit, ½%ige Novokain-Suprareninlösung in das Gelenk zu injizieren, soviel als ohne zu großen Druck hineingeht, und verteilt die Flüssigkeit durch einige leichte Beuge- und Streckbewegungen. Ein Teil der Flüssigkeit läuft hierbei zwischen die Bruchstücke der Patella und äußert hier eine ähnliche anästhesierende Wirkung wie bei den Frakturen der Röhrenknochen (S. 384). Endlich infiltriert man Gelenkkapsel und Unter-

hautzellgewebe in der Richtung der punktierten Linie (Fig. 202). Wir brauchen für die Operation 100—150 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Sie ist in den meisten Fällen ganz schmerzlos gewesen.

Resektionen des Kniegelenks lassen sich gut in Venenanästhesie ausführen.

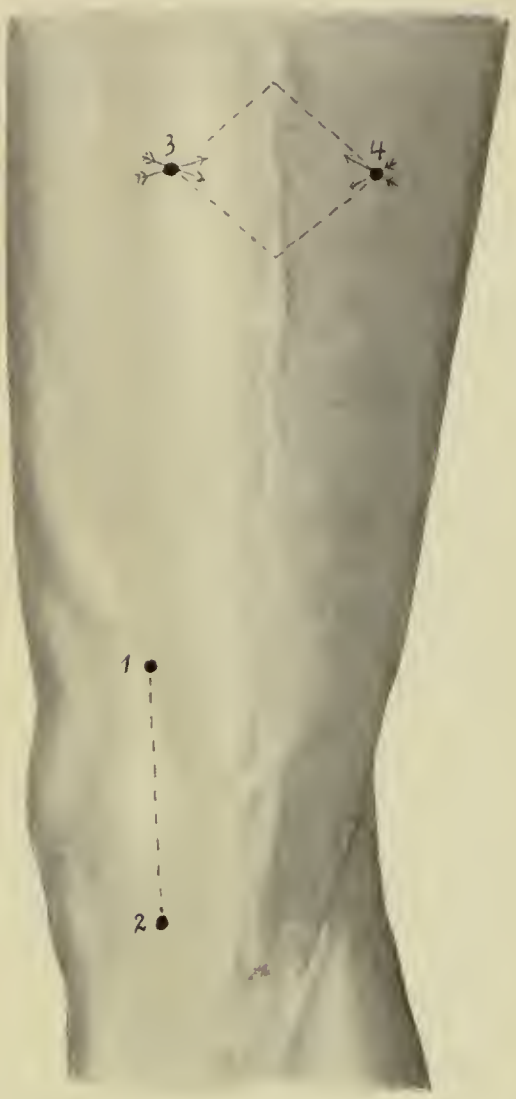


Fig. 204.
1, 2: Arthrotomie des Kniegelenks.
3, 4: Resektion der Vena saphena.

Die suprakondyläre Osteotomie des Femurs.

Ich habe diese Operation wegen Genu valgum in den letzten Jahren einseitig und doppelseitig stets in Lokalanästhesie ausgeführt. Man markiert zunächst vier Einstichpunkte, deren Lage sich aus Fig. 203 ergibt. Man führt von diesen Punkten die Hohlnadel allenthalben bis auf den Knochen und vor und hinter dem Knochen vorbei, indem man sich dicht an ihn hält. Man infiltriert lediglich die unmittelbare Umgebung des Knochens ringsherum in der Höhe der beabsichtigten Osteotomie. Die Muskulatur braucht nicht infiltriert zu werden. Wir brauchen hierzu 100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Nachdem dies geschehen ist, markiert man zwei weitere Einstichpunkte an den Enden des beabsichtigten Schnittes und infiltriert von ihnen die Schnittlinie bis auf den Knochen nach dem Schema Fig. 27, S. 217. Der Knochen kann nun in der üblichen Weise freigelegt, teilweise mit dem Meißel getrennt, der Rest durchbrochen werden. Auf diesen letzten Akt muß man die Kranken vorbereiten, damit sie nicht zu sehr erschrecken.

Weichteiloperationen am Oberschenkel.

Aseptische Operationsfelder von fast beliebiger Größe lassen sich durch Umspritzung in Pyramiden-, Mulden- oder ähnlicher Form un-

empfindlich machen, während die einfache subkutane Umspritzung selbst bei ganz oberflächlichen Operationen wegen der vielen isolierten Nervenaustrittsstellen (Fig. 187, S. 413) leicht versagt.

Operationen an der Vena saphena. Bedarf man, wie bei vielen Gefäßunterbindungen, nur eines schmalen anästhetischen Feldes, etwa zur Einleitung der Venenanästhesie, so wird in der Schnittlinie infiltriert, d. h. man markiert die Enden des beabsichtigten Querschnitts durch je eine Quaddel, injiziert $^1/_2$%ige Novokain-Suprareninlösung in

Fig. 205. Injektion zur Epithelentnahme nach Thiersch.

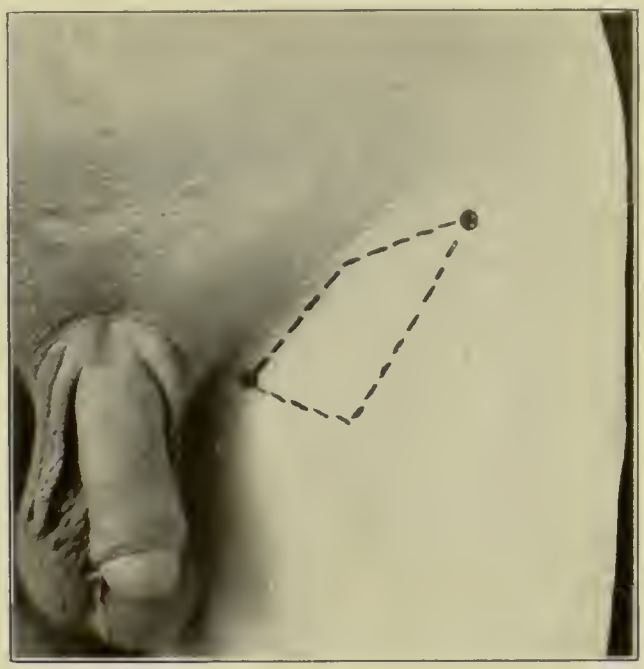


Fig. 206. Umspritzung der Kruralgegend.

der Schnittlinie unter und neben die Vene und verbindet die Einstichpunkte durch einen subkutanen Injektionsstreifen. Soll dagegen ein Stück der Vene nach Trendelenburg reseziert werden, so infiltriert man, um ein größeres anästhetisches Feld zu bekommen, in rhombischer Form zuerst unter und neben die Vene, zuletzt subkutan. Die Abbildung Fig. 204 zeigt dieses Verfahren an der Stelle, wo die Vene zur Behandlung von Varizen gewöhnlich reseziert zu werden pflegt. Ich bemerke, daß wir die Resektion stets am oberen Ende der Vene, wo sie in die Vena femoralis eintritt, ausführen. Die Anästhesierungstechnik ist die gleiche, wie eben beschrieben.

Zur Entnahme langer Thierschscher Epithelstreifen empfiehlt es sich, die ganze Außenfläche des Oberschenkels subkutan mit $^1/_2$%iger

Novokain-Suprareninlösung zu infiltrieren. Man markiert zu diesem Zweck eine Anzahl von Einstichpunkten in der aus Fig. 205 ersichtlichen Anordnung, injiziert von jedem der Punkte nach verschiedenen Richtungen ½%ige Novokain-Suprareninlösung und sorgt durch leicht massierende Bewegungen für gleichmäßige Verteilung der Flüssigkeit im Unterhautzellgewebe.

Die Exstirpation von Lymphomen der Leisten- und Schenkelgegend läßt sich durch Umspritzung des Tumors mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung etwa in der in Fig. 206 bezeichneten Form aus sehr leicht unempfindlich machen. Man muß mit der Hohlnadel von allen Seiten unter den Tumor bis in die Gegend der

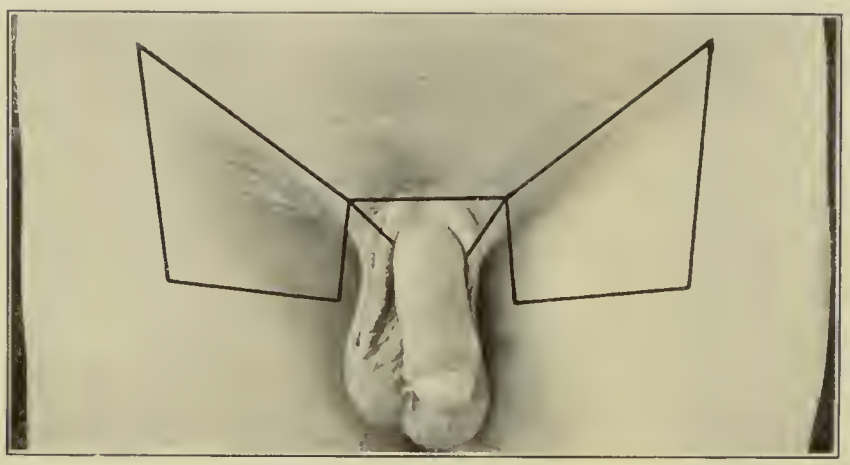


Fig. 207. Umspritzung zur Penisamputation mit Drüsenausräumung.

Fossa ovalis dringen, seitlich auch unter die Faszie des M. pectineus und rectus femoris, oben unter das Lig. Poupartii. Die Ausschabung erkrankter Leistendrüsen macht das gleiche Verfahren erforderlich.

Auch die beiderseitige Totalausräumung des Fettes der Schenkelbeuge mit den inliegenden Drüsen führten wir regelmäßig in Lokalanästhesie aus und haben ungefähr die in Fig. 207 angegebene Umspritzungsfigur gebraucht. Es muß allenthalben auch subfaszial injiziert werden, namentlich auch unter die Faszie des M. obliquus externus im Bereich des über dem Lig. Poupartii gelegenen Streifens. Die Abbildung zeigt den Anschluß an die Umspritzung der Peniswurzel zur Penisamputation (S. 368). Für eine derartig ausgedehnte Anästhesierung kommt man mit weniger als 200 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung nicht aus.

Literaturverzeichnis*).

I. Handbücher, Monographien und Allgemeines.

1. Arnold, Infiltration anästhesia in major and minor surgery. Brit. med. Journal 1907, 23. März. — 2. Bier, Über den heutigen Stand der Lumbal- und Lokalanästhesie. Deutscher Chirurgenkongreß 1909. II. S. 474. — 3. Bockenheimer, Technik und Indikationen der lokalen Anästhesie. Zeitschr. f. ärztliche Fortbildung 1905. Nr. 7, 10, 11, 13. — 4. Borchardt, Bedeutung und Technik der Lokalanästhesie. Jahreskurse für ärztliche Fortbildung 1910. Dezember. — 5. Braun, Über die Lokalanästhesie im Krankenhaus nebst Bemerkungen über die Technik der örtlichen Anästhesierung. Beiträge zur klin. Chirurgie. Bd. 62. S. 641. 1909. — 6. Braun, Die Technik der Lokalanästhesie bei chirurgischen Operationen. Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie. Bd. 4. 1912. S. 41. — 7. Braun, Die Leistungen und Grenzen der Lokalanästhesie. (Klinischer Vortrag.) Deutsche med. Wochenschrift 1906. Nr. 1. — 8. Bumm, Über lokale Anästhesierung. Wiener Klinik 1886. — 9. Corning, Localanästhesia. Newyork 1886. — 10. Dumont, Handbuch der allgemeinen und lokalen Anästhesie 1903. — 11. Hackenbruch, Örtliche Schmerzlosigkeit bei Operationen. Wiesbaden 1897. — 12. Hackenbruch, Witzel und Wenzel, Die Schmerzverhütung in der Chirurgie. München 1906. — 13. Hesse, Die örtliche Schmerzverhütung in der Chirurgie. Würzburger Abhandlungen 1910. — 14. v. Hippel, Die modernen Methoden zur Bekämpfung des Schmerzes in der Chirurgie. Fortschritte der Med. 1911. Nr. 8—10. — 15. Hirschel, Fortschritte auf dem Gebiete der Lokalanästhesie. Medizinische Klinik 1911. Nr. 45. — 16. Hohmeier, Die Anwendungsweise der Lokalanästhesie in der Chirurgie. Berlin 1913. — 17. Kionka, Lokalanästhesie. Eulenburgs Realenzyklopädie. 4. Auflage. — 18. Legrand, L'anesthésie locale en chirurgie générale. Paris 1900. — 19. Martin, Die Anästhesie in der ärztlichen Praxis. München 1905. — 20. Matas, The growing importance and value of local and regional anaesthesia in minor and major surgery. Transactions Louisiana State med. Society 1900. — 21. McArthur, Local anästhesia. Surgery, Gynec. and Obst. Bd. VIII. S. 578. 1909. — 22. Most, Die Lokalanästhesie in der Hand des praktischen Arztes. Med. Klinik 1909. Beiheft 11. — 23. B. Müller, Narkologie. Berlin 1908. — 24. J. Müller, Anästhetica. Berlin 1898. — 25. Piquand, L'anesthésie local, méthode du Professeur Reclus. Paris 1911. Mit Vorwort von Reclus. — 26. Pochhammer, Über den gegenwärtigen Stand der Lokalanästhesie. Deutsche militärärztliche Zeitschrift 1912. H. 16. — 27. Reclus, L'anesthésie localisée par la cocaine. Paris 1903. (1. Aufl. 1895.) — 28. Schleich, Schmerzlose Operationen.

*) Die römischen Zahlen entsprechen nicht durchgehend den Kapitelzahlen. Wo es erforderlich schien, ist im Text angegeben, wo die Literaturnachweise zu finden sind.

Berlin 1894. (5. Aufl. 1906.) — 29. Schleich, Über die Entwicklung der allgemeinen und lokalen Anästhesie. Zeitschr. f. ärztl. Fortbildung 1908. Nr. 1. — 30. Schleich, Über Lokalanästhesie. Deutsche Klinik im 19. Jahrhundert. Berlin 1901. — 31. Schlesinger, Die Praxis der lokalen Anästhesie. Berlin 1910. — 32. Schmiz, Zur Geschichte der örtlichen Gefühlslähmung. Diss. Bonn 1905.

II. Geschichte der Lokalanästhesie bis zur Einführung des Kokains.

1. Adamkiewicz, Chloroform-Kataphorese. Neurolog. Zentralbl. 1886. S. 219 u. 497. — 2. Ade, Über lokale Anästhesie bei chirurg. Operationen. Zeitschrift f. Wundärzte und Geburtshelfer 1870. Heft 2. — 3. Aran, Mémoires de l'académie impériale de Med. 19. November 1850. — 4. Bartels, Medizin der Naturvölker 1893. — 5. Beddoes and Watt, Considerations on the medical use and the production of factitious airs. Bristol 1795. — 6. Benjamin Bell s. bei Bidault. — 7. Bidault, Etude sur les premiers essays d'anesthésie chirurgicale. Thèse. Paris 1890. — 8. Binz, Vorlesungen über Pharmakologie. Berlin 1886. S. 7. — 9. Bouisson, Traité théorique et pratique de la méthode anesthésique. Paris 1850. — 10. Broca s. bei Normand-Dufié. — 11. Brown-Séquard, Nouvelles recherches sur la production d'une anesthésie complète au larynx. Compt. rend. de la société de Biologie 1882. S. 649. — 12. Bruns, Handbuch der chirurg. Praxis. Tübingen 1873. — 13. Bygrave s. bei Morel-Lavallée, Gaz. des hôpitaux 1858. S. 140. — 14. Corning, The usefulness of alcohol and chloroform as local anaesthetics. New York, med. Journ. 1885. Bd. 42. S. 353. — 15. Corradi, Del anesthesia e degli anesthetici nelle chirurgia del medio evo. Atti dell' acad. di Bologna. Vol. XIV. 1878. — 16. Czermak, Sitzungsbericht der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien, November 1861. — 17. Desault, Oevres chirurgicales. T. II. 1801. — 18. Ewart, The history of two cases of ulcerated cancer of the mamma. London 1794. — 19. Eulenburg, Die hypodermatische Injektion der Arzneimittel. 3. Aufl. Berlin 1875. S. 158 und 261. — 20. Felkin, in Bartels Medizin der Naturvölker 1893. — 21. Follin, De l'anesthésie locale par le gaz acide carbonique. Archives de médécine 1856. — 22. Foussagrives, Gaz. des hôp. 1858. Nr. 148. — 23. Francis, zitiert nach Bumm. — 24. Friedrich und Knorr, Bayr. ärztl. Intelligenzbl. 1859. Nr. 1. — 25. Gellé, Compt. rend. de la soc. de Biologie. 2. Mai 1884. — 26. Guérin, Gaz. des hôp. 1883. Nr. 47. — 27. Gurlt, Geschichte der Chirurgie. Berlin 1898. Bd. 3. S. 621. — 28. Haeser, Geschichte der Medizin. 3. Aufl. 1895. Bd. 1, S. 606, 782, 801. Bd. 2, S. 966 ff. — 29. Harris, Boston med. and surg. Journ. 1873. — 30. J. Hoffmann, Chloroform-Kataphorese. Neurolog. Zentralbl. 1888. S. 585. — 31. Huette, zitiert nach Lewin. — 32. Ch. Hunter, Brit. med. Journ. 1859. — 33. Husémann, Die Schlafschwämme und andere Methoden der allgemeinen und örtlichen Anästhesie im Mittelalter. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie 1896. Bd. 42. S. 517. — 34. Jarotzky u. Zülzer, Neuere Erfahrungen über subkutane Injektionen. Med. Halle 1861. II. S. 43 (zitiert nach Eulenburg). — 35. Ingenhous, Miscellanea physico-medica. 1794. S. 8. — 36. Juvet s. bei Bidault. — 37. Kappeler, Anästhetica. Stuttgart 1880. — 38. Keppler, Die akute

Saponinvergiftung. Berliner klin. Wochenschrift 1878. Nr. 31. — **39.** Köhler, Lokale Anästhesierung durch Saponin. Halle 1873. S. 2. — **40.** Lewin, Deutsche Klinik 1862. S. 201. — **41.** Liégard, De la compression circulaire très exacte des membres au dessus du point malade, avant et pendant l'opération. Mélanges de médicine et de chirurgie pratiques. Caën 1837. — **42.** Lisfranc, Médécine operatoire. Paris 1845. — **43.** Malgaigne s. bei Bidault, S. 90. — **44.** J. Moore, A method of preventing or diminuishing pain in several operations of Surgery. London 1784. — **45.** Moricheau-Beaupré, Des effets et des propriétés du froid. Montpellier 1817. — **46.** Normand-Dufié, Essay sur l'anesthésie provoquée appliquée aux operations chirurgicales. Montpellier 1858. — **47.** Nunneley, The Lancet. Juli 1848. Edinb. med. Journal, Oktober 1849. — **48.** Nußbaum, Anästhetica in Pitha-Billroths Handbuch der Chirurgie. Erlangen 1867. — **49.** Paré, Oeuvres. Paris 1840. T. II. S. 22. — **50.** Parisot, Gaz. des hôp. 1863. Nr. 95, 96, 99. — **51.** Paschkis und Wagner, Chloroform-Kataphorese. Neurolog. Zentralbl. 1886. S. 413. — **52.** Pelikan, Berliner klin. Wochenschr. 1867. — **53.** Percival s. bei Bidault, S. 79. — **54.** M. Perrin et L. Lallemand, Traité d'anesthésie chirurgicale. Paris 1863. — **55.** Plinius secundus, Historia naturalis lib. XXV c. 94. — **56.** Porter Smith, Chinese materia medica. London 1871 (zitiert nach Köhler). — **57.** Prosper Alpinus, De medecina Aegyptiorum lib. IV c. 2. — lib. III. c. 12. Venet. 1591. — **58.** Richardson, On voltaic narcotism. Med. Times and Gaz. 12. Februar und 25. Juni 1859. — 3. Februar 1866. — **59.** Richardson, Physical therapeutics, med. Times and Gaz. 23. September 1877. — **60.** Roßbach, Eine neue Anästhesierungsmethode des Kehlkopfs. Wiener med. Presse 1880. Nr. 40. — **61.** Rottenstein, Med. Zentralztg. 1858. Nr. 72. — **62.** Sansom, Chloroform, its action and administration. London 1865. S. 2. — **63.** Scheff, Allgem. Wiener med. Ztg. 1875. Nr. 33, 34. — **64.** Schroetter, Bericht der Naturforscherversammlung in Graz 1875. — **65.** Schumann, Ephemerides Germ. II. 8 (zitiert nach Bumm). — **66.** Simpson, Localanästhesia. Lancet 1848. II. S. 39. — **67.** Skinner, Brit. med. Journ. Juli 1858. — **68.** Suerssen, Med. Zentralzeitung 1858. Nr. 73, 74. — **69.** Van Swieten s. bei Bidault. — **70.** Theden s. bei Bidault. — **71.** Thomas Bartholinus, De nivis usu medico. Haffniae 1661. — **72.** Tobold, Schmidts Jahrbücher 1871. Bd. 151. S. 203. — **73.** Türck, Allgem. Wiener med. Ztg. 1866. Nr. 31. Klinik der Krankheiten des Kehlkopfs und der Luftröhre. Wien 1866. — **74.** Velpeau, Médécine opératoire. Paris 1839. — **75.** Walker, Brit. med. Journ. April 1865. — **76.** Walker, Med. Times. 19. März 1859. — **77.** Wittmeyer, Über Anästhesie. Deutsche Klinik 1862. Nr. 19—21, 24, 27, 30, 31. — **78.** Wood, Edinb. med. and surg. Journ. April 1855. — **79.** Wutzer, Rheinische Monatsschr. März 1851. (Nach Wittmeyer.) — **80.** Zawerthal, La prattica dell' anesthesia locale nelle operazioni endo-laryngee. Riv. chir. di Bologna. Januar 1879.

III. Sensibilität und Schmerz. Anästhesie und Anästhesierungsmethoden.

1. Bier, Die Entstehung des Kollateralkreislaufs. Virchows Archiv. Bd. 147 (1897) u. 158 (1908). — **2.** Bier, Bakes, Deutscher Chirurgenkongreß 1909. I. S. 261. (Bemerkung zur Sensibilität der Bauchorgane.) —

3. Bloch, Bidrag til Belysning af Spörgsmaalet: Om Indskränkning i Anvendelsen af general Anästhetisering. Bibliothek for Laeger. Kjöbenhavn 1898. — 4. Bloch, Om Indskränkning i Anvendelsen af Inhalationsanästhesi. Nord. med. Arkiv 1899. Nr. 33. — 5. Bloch, Sur l'emploi plus restreint de l'anesthésie générale et quelques remarques sur la sensibilité des différents tissus du corps humain. Revue de Chirurgie 1900. Nr. 1. — 6. von Frey, Die Gefühle und ihr Verhältnis zu den Empfindungen. Leipzig 1894. — 7. von Frey, Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Leipzig 1896. — 8. Fröhlich u. Meyer, Die sensible Innervation von Darm und Harnblase. Wiener klinische Wochenschrift 1912. S. 29. Nr. 1. — 9. Garré, Die chirurg. Behandlung der Lungenkrankheiten. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie. Bd. 9. S. 327. — 10. Gilbert, Ein Beitrag zur Frage der Sensibilität des Herzens. Pflügers Archiv für Physiologie. Bd. 129. S. 329. 1909. — 11. Goldscheider, Über den Schmerz. Berlin 1894. — 12. Goldscheider, Gesammelte Abhandlungen. Bd. 1. Physiologie der Hautsinnesnerven. Leipzig 1898. — 13. Goldscheider, Zur Frage der Schmerzempfindlichkeit des visceralen Sympathicusgebiets. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. Bd. 95. S. 1. 1908. — 14. Haim, Beitrag zur Sensibilität der Abdominalorgane. Zentralbl. f. Chir. 1908. S. 337. — 15. Haller, Mémoire sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Lausanne 1756—1760. — 16. Haller, Elementa Physiologiae 1757—1766. (Zitiert nach Lennander.) — 17. Hesse, Anwendung der Lokalanästhesie bei Eingriffen wegen Appendizitis, nebst Bemerkungen zur Erklärung appendizitischer Schmerzen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 109. S. 42. — 18. Kast und Melzer, Die Sensibilität der Bauchorgane und ihre Beeinflussung durch Kokain. Berliner klin. Wochenschrift 1907. Nr. 19. — 19. Kast und Meltzer, Die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitt. aus den Grenzgebieten. Bd. 19. S. 586. 1909. — 20. Lennander, Über die Sensibilität der Bauchhöhle und über lokale und allgemeine Anästhesie bei Bauch- und Bruchoperationen. Zentralbl. f. Chirurgie 1901. Nr. 8. — 21. Lennander, Beobachtungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie 1902. Bd. 10. Heft 1—2. — 22. Lennander, Weitere Beobachtungen über Sensibilität in Organ und Gewebe. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1904. Bd. 73. S. 297. — 23. Lennander, Über lokale Anästhesie und über Sensibilität in Organ und Gewebe. Mitteilungen aus den Grenzgebieten 1906. Bd. 15. Heft 5. — 24. Mitchell, Journal amer. med. ass. Bd. 49. 1907. (Zitiert nach Kast u. Meltzer.) — 25. Montfalcon, Dictionnaire des sciences médicales. T. 37. Artikel Opération. Paris 1813. S. 403. (Zitiert nach Bloch.) — 26. L. R. Müller, Über die Empfindungen in unseren inneren Organen. Mitteilungen aus den Grenzgebieten. Bd. 18. S. 600. 1908. — 27. Nast-Kolb, Beitrag zur Frage der Sensibilität der Bauchorgane. Zentralbl. f. Chirurgie 1908. Nr. 28. — 28. Neumann, Über die Sensibilität der inneren Organe. Sammelreferat. Zentralbl. f. d. Grenzgebiete 1910. Nr. 11—18. — 29. Nyström, Kritische Bemerkungen zu einigen neueren Arbeiten über die Sensibilität der Bauchorgane. Mitteilungen aus d. Grenzgebieten 1910. Bd. 31 S. 125. — 30. Piorry, Dictionnaire des sciences médicales. T. 51. Artikel Sensibilité. Paris 1821. (Zitiert nach Bloch.) — 31. Propping, Zur Frage der Sensibilität der Bauchorgane. Beiträge zur klin. Chir. Bd. 63. S. 690. 1909.

— 32. Ritter, Zur Frage der Sensibilität der Bauchorgane. Zentralbl. f. Chir. 1908. S. 609. — 33. Ritter, Experimentelle Untersuchungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Archiv f. klin. Chir. Bd. 90. S. 390. Deutscher Chirurgenkongreß 1909. II. S. 514. — 34. Schleich, Über den Schmerz. Therapie der Gegenwart. März 1902. — 35. Steinhäuser, Experimenta nonnula de sensibilitate et functione intestini crassi. Lipsiae 1831. (Zitiert nach Weber.) — 36. Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. Leipzig 1904. — 37. Torata Sano. Zur Frage der Sensibilität des Herzens und anderer innerer Organe. Pflügers Archiv f. Physiologie 1909. Bd. 129. S. 217. — 38. E. H. Weber, In Wagners Wörterbuch der Physiologie 1846. Artikel Tastsinn und Gemeingefühl. — 39. Wilms, Über die Sensibilität und Schmerzempfindung der Bauchorgane. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1909. Bd. 100. S. 372.

IV. Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und der Anämie.

1. Billroth, Wiener med. Wochenschr. 1873. Nr. 29. — 2. Boeri et Silvestro, Sur la mode de se comporter des différentes sensibilités sous l'action des divers agents. Archives italiennes de Biologie. Bd. 31. S. 460. — 3. Braun, Regionäre Anästhesie und Blutleere. Zentralbl. f. Chir. 1898. Nr. 43. — 4. Bruns, Archiv für klin. Chirurgie. Bd. 29. S. 680. — 5. Chauvel, Archives générales de méd. Juni bis August 1875. — 6. Ehrlich u. Brieger, Über die Ausschaltung des Lendenmarkgrau. Zeitschr. für klin. Medizin 1884. Bd. 7. Suppl. S. 155. — 7. Ewald, Archiv für die ges. Physiologie 1869. Bd. 2. — 8. Esmarch, Über künstliche Blutleere. Archiv für klin. Chir. Bd. 17. S. 294. — 9. Fischer, Verhandlungen des dritten deutschen Chirurgenkongresses 1874. — 10. Iversen, Künstliche Ischämie bei Operationen. Diss. Kiel 1873. — 11. Kappeler, Anästhetica. S. 112. — 12. Karewski, Hat die künstliche Blutleere anästhesierende Wirkungen? Therapeut. Monatshefte 1888. S. 168. — 13. Katzenstein, Über Unterbindung der Aorta. Archiv für klin. Chir. Bd. 76. S. 608. — 14. Kofmann, Blutleere als Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1898, Nr. 40 u. 1899, Nr. 7. — 15. Krieshaber, Gaz. méd. de Paris 1874. S. 293, 307. — 16. Le Fort, Gaz. des hôp. 1874. Nr. 103. — 17. Lüderitz, Versuche über die Einwirkung des Drucks auf die sensiblen und motorischen Nerven. Zeitschr. für klin. Medizin 1880. II. S. 97. — 18. Neuber, Untersuchungen und Erfahrungen über künstliche Blutleere. Diss. Kiel 1878. — 19. Nicaise, Gaz. méd. de Paris 1874. S. 209 u. 307. — 20. Ranke, Die Lebensbedingungen der Nerven. Leipzig 1868. — 21. Riedinger, Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 7. S. 476. — 22. Schiffer, Über die Bedeutung des Stensonschen Versuchs. Zentralbl. für die medizin. Wissenschaften 1869. Nr. 37, 38. — 23. Schiffer, Erhaltung der Nervenerregbarkeit nach Unterbrechung der Blutzufuhr. Berliner klin. Wochenschr. 1872. Nr. 29. — 24. Schlesinger, Über Sensibilitätsstörungen bei akuter lokaler Ischämie. Deutsche Zeitschr. für Nervenheilk. Bd. 29. S. 375. — 25. Singer, Wiener Akademieschriften. Bd. 96. Nov. 1887. — 26. Spronck, Archives de physiologie norm. et pathol. 1888. — 27. Stockes, Dublin Press and Circular 1879. S. 248. — 28. Verneul, Gaz. des hôp. 1874. Nr. 103. — 29. Weil, Der Stensonsche

Versuch. Diss. Straßburg 1873. — **30.** Wolzendorff, Eulenburgs Realenzyklopädie. Artikel Blutleere.

V. Die Anästhesierung durch Kälte.

1. Arnott, On cold as a means of producing local insensibility. Lancet 1848. II. S. 98 u. 287. — **2.** Bailly, Nouveau procédé de réfrigération locale par le chlorure de méthyle. Gaz. hebd. 1888. Nr. 5. — **3.** Baudouin, Chlorure d'éthyle comme anesthésique locale. Progrès méd. 1892. — **4.** Berger, Bromäthyl als Lokalanästheticum. Breslauer ärztl. Zeitschr. 1883. Nr. 8. (Nach Bumm.) — **5.** Bernard, Anesthésie locale par le sulfure de carbone. Gaz. méd. 1874. S. 27. — **6.** Bigelow, Gaz. hebd. 1866. Nr. 23. — **7.** Bloch, Om Indskränkning i Anvendelse af Inhalationsanästhesi. Nordiskt med. Arkiv 1899. Nr. 33 und Bibliothek for Laeger 1898. — **8.** Boeri et Silvestro, Sur la mode de se comporter des différentes sensibilités sous l'action des divers agents. Archives italiennes de biologie. Bd. 31. S. 460. — **9.** Braatz, Zur Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1895. Nr. 26. — **10.** Bumm, Über lokale Anästhesierung. Wiener Klinik 1886. — **11.** Cardenal, Une découverte du Dr. Letamendi sur l'anesthésie locale. Archives de physiologie norm. et pathol. 1875. Bd. 5. S. 769. — **12.** Debove, Traitement de la sciatique par la congélation. Société méd des hôp. August 1884. — **13.** Delcominète, Gaz. des hôp. 1866. Nr. 45. — **14.** Ehrmann, Äthylchlorid als Lokalanästheticum in der Dermatotherapie. Wiener med. Wochenschr. 1892. Nr. 26. — **15.** Feiber, Chlormethyl als lokales Anästheticum. Berliner klin. Wochenschr. 1889. Nr. 5. — **16.** Fratscher, Kontinuierliche und langsame Nervenreizung. Jenaische Zeitschr. für Naturkunde. Bd. 11. S. 481. — **17.** Galeczowski, De l'anesthésie locale dans la chirurgie oculaire. Recueil d'ophthalmologie 1876. S. 93. — **18.** Gans, Über Äthylchlorid. Therapeut. Monatshefte 1893. S. 113. — **19.** Gendre, Einfluß der Temperatur auf einige tierisch-elektr. Erscheinungen. Pflügers Archiv. Bd. 34. S. 422. — **20.** Giraldès, Artikel „Anesthésie chirurgicale" in Nouveau dictionnaire de médécine et de chirurgie. Paris 1865. — **21.** Girard, Zur Erleichterung der Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1874. Nr. 2. — **22.** Grützner, Über verschiedene Arten der Nervenerregung. Pflügers Archiv. Bd. 17. S. 215. — **23.** Guérard, Gaz. des hôp. 1854. S. 88. — **24.** von Hacker, Zur lokalen Anästhesie. Wiener klin. Wochenschr. 1893. — **25.** Hattyasi, Versuche mit Äthylchlorid. Pester medizin.-chirurg. Presse 1892. Nr. 22. — **26.** Heinzmann, Über die Wirkung allmählicher Änderungen thermischer Reize. Pflügers Archiv. Bd. 6. S. 222. — **27.** Herzog, Neue Zeitung für Medizin 1850. (Nach Bumm.) — **28.** Husemann. Virchow-Hirsch Jahresberichte 1866. I. S. 344 u. 1867. I. S. 501. Anästhesierung durch Kälte. — **29.** Illich, Med. Ztg. Rußlands 1852. Nr. 55 und 1853, Nr. 15. (Nach Bumm.) — **30.** Kümmell, Über Narkose und lokale Anästhesie. Festschrift zum 80jährigen Stiftungsfest des ärztl. Vereins Hamburg. Leipzig 1896. — **31.** Lauenstein, Die lokale Anästhesie durch Äther. Zentralbl. für Chir. 1880, S. 497. — **32.** von Lesser, Demonstration zur lokalen Anästhesierung. Deutscher Chirurgenkongreß 1881. — **33.** Létang, Note sur un nouveau procédé d'anesthésie locale. Thèse Paris 1894. — **34.** Letamendi, Un pas vers la résolution du problème de l'anesthésie locale.

Barcelona 1895. — **35.** Num, Lancet. August 1850. — **36.** Redard, Chloräthyl als Lokalanästheticum. La semaine médicale 1891. S. 133. — **37.** Richardson u. Greenhalgh, Med. Times 1866. — **38.** Richet, Anesthésie localisée. Gaz. des hôp. 1854. S. 251, 263, 267 und Bull. de la société de chirurgie. Bd. IV. S. 519. — **39.** Richardson, Med. Times 1866. (Verschiedene Artikel.) — **40.** Rosenthal, Experimentelle und praktische Beiträge zur Einwirkung der Lokalanästhesie auf das Nervensystem. Österr. Zeitschr. für Heilkunde 1867. S. 373. — **41.** Roßbach, Eine neue Anästhesierungsmethode des Kehlkopfs. Wiener med. Presse 1880. Nr. 40. — **42.** Rottenstein, Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Frankfurt a. M. 1867. S. 43. — **43.** Scheller, Reines Äthylchlorid als örtliches Anästheticum und Antineuralgicum. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1891. Heft 5. — **44.** Simonin, Gaz. méd. de Paris 1866. Nr. 11. (Nach Bumm.) — **45.** Spencer Wells, Med. Times 1866. — **46.** Terillon, Anesthésie locale et générale produite par le bromure d'éthyle. Gaz. méd. de Paris 1880. Nr. 22. — **47.** Terillon, Monod, Perrier (1880), nach Legrand. S. 43. — **48.** Velpeau, Bull. de l'académie de méd. Bd. 15. S. 85. — **49.** Warren, Surgical observations. Boston 1867. — **50.** Wiesendenger, Flüssige Kohlensäure als Lokalanästheticum. Journ. für Zahnheilkunde 1891. Nr. 21. — **51.** Wittmeyer, Über Anästhesie. Deutsche Klinik 1852. Nr. 19.

VI. Quellungs- und Schrumpfungsanästhesie.

1. Biberfeld, Über die Druckverhältnisse in der Schleichschen Quaddel. Archives internation. de pharmacie et de thér. Bd. 6. Heft 5, 6. — **2.** Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chir. 1898. Bd. 57. — **3.** Burney Yes, Brit. med. Journ. 4. Dez. 1875. — **4.** Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — **5.** Custer, Beitrag zur Infiltrationsanästhesie. Diss. Bern 1896. — **6.** Dreser, Über Diurese und ihre Beeinflussung durch pharmakologische Mittel. Zeitschr. für physikal. Chemie. Bd. 2. — **7.** Emmerich, Die Einwirkung verunreinigten Wassers auf die Gesundheit. Zeitschr. für Biologie. Bd. 14. S. 563. — **8.** Falck, Welchen Einfluß übt die subkutane Injektion von Wasser auf den tierischen Organismus? Pflügers Archiv. Bd. 19. S. 419. — **9.** Falck, Ein Beitrag zur Physiologie des Wassers. Zeitschr. für Biologie. Bd. 8. S. 398. Bd. 9. S. 171. — **10.** Gant, Sterile water anaesthesia in the operative treatment of anorectal disease. New York, med record. 29. Oktober 1904. — **11.** Griffith, British med. Journ. 1875. — **12.** Halsted, Water as a local Anaesthetic. New York med. Journ. 1885. Bd. 42. S. 326. — **13.** Hamburger, Die physiologische Kochsalzlösung und die Volumbestimmung der körperlichen Elemente im Blut. Zentralblatt für Physiol. Bd. 7. S. 161. — **14.** Hamburger, Über den Einfluß chemischer Verbindungen auf Blutkörperchen im Zusammenhang mit ihren Molekulargewichten. Archiv für Anatomie und Physiologie, physiol. Abteilung 1886. S. 476. 1887 Suppl. S. 31; ferner Zeitschr. für physikal. Chemie 1890, Bd. 6 und zahlreiche andere Arbeiten über dasselbe Thema. — **15.** Hedin, Skandin. Archiv für Physiologie. Bd. 2. S. 134, 360. Zeitschr. für physikal. Chemie. Bd. 17. S. 164. — **16.** Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Vir-

chows Archiv 1898. Bd. 153. — 17. Koeppe, Physiologische Kochsalzlösung, Isotonie, osmotischer Druck. Pflügers Archiv. Bd. 65. S. 492. — 18. Koranyi, Untersuchungen über den osmotischen Druck tierischer Flüssigkeiten. Zeitschr. für klin. Medizin. Bd. 33, 34. — 19. Lafitte, L'Union 1875. Nr. 113, 114, 119. — 20. Lelut, L'Union 1875. Nr. 118. — 21. Liebreich, Über lokale Anästhesie. Verhandlungen des 7. Kongresses für innere Medizin 1888. S. 249. — 22. Lebküchner, zitiert nach Hamburger. — 23. Nasse, Pflügers Archiv. Bd. 2 (1869) und Bd. 11 (1875). — 24. Schleich, Deutsche Medizinalzeitung 1891. Nr. 4 u. Nr. 66. — 25. Schnitzler u. Ewald, Zur Kenntnis der peritonealen Resorption. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 41. S. 341. — 26. De Vries, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsheims Jahrbuch der wissenschaftl. Botanik 1884. Bd. 14. Zeitschr. für physikal. Chemie. Bd. 2. S. 415. — 27. Winter, Compt. rend. Bd. 121. S. 696. — 28. Wyeth, Water as local Anaesthetic. New York med. Journ. 1907. S. 29.

VII. Indifferente und differente Substanzen. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsmethoden, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich anästhesierender Mittel.

1. Asher, Zeitschr. für Biologie 1893. S. 247. — 2. Bernstein und Ranke, Zentralbl. für die medizin. Wissenschaften 1867. Nr. 3 u. 14. — 3. Braun, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 57. Heft 2. — 4. Bürker, Eine neue Theorie der Narkose. Münchner med. Wochenschr. 1910. S. 1443. — 5. Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — 6. O. Cohnheim, Über Resorption aus dem Dünndarm und der Bauchhöhle. Zeitschr. für Biologie. Bd. 37 (19. N. F). S. 443. — 7. Cohnstein, Über Resorption in der Bauchhöhle. Zentralbl. für Physiol. 1895. Bd. 9. S. 401. — 8. Corin, Recherches sur les rapports existants entre la composition chimique et les propriétés physiologiques des poisons de la série de la cocaine. Travaux du laborat. de l'université de Liège. Nach Virchow-Hirsch, Jahresberichte 1894. I. S. 419. — 9. Ehrlich, Studien in der Kokainreihe. Deutsche med. Wochenschr. 1890. S. 717. — 10. Einhorn, Chemie der lokalen Anästhetica. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 37. (Verhandlgn. des ärztl. Vereins zu München.) — 11. Filehne, Über die lokalanästhesierende Wirkung von Benzoylderivaten. Berliner klin. Wochenschr. 1887. S. 107. — 12. Gradenwitz, Messungen der spezifischen lokalanästhesierenden Kraft einiger Mittel. Diss. Breslau 1898 und Deutsche med. Wochenschr. 1899. Nr. 4. — 13. Gros, Über Narkotika und Lokalanästhetika. Archiv f. exp. Pathologie und Pharmakologie. Bd. 62, S. 380 und Bd. 63, S. 81. 1910. — 14. Gros, Über eine Methode, die anästhesierende Wirkung der Lokalanästhetika zu steigern. Münchner med. Wochenschr. 1910. Nr. 39. — 15. Gros, Über Narkotica und Lokalanästhetica. (3. Mitteilung.) Über die Beständigkeit der Basen der Lokalanästhetica. (4. Mitteilung.) Über die Wirkung verschiedener Novokainsalze. Archiv f. exp. Pathologie und Pharmakologie. Bd. 67. Heft 2. 1912. — 16. Grützner, Über die chemische Reizung sensibler Nerven. Pflügers Archiv. Bd. 53 u. 58. Deutsche med. Wochenschr. 1893. S. 976. — 17. Hamburger, Die Regelung der osmotischen Spannung von

Flüssigkeiten in Bauch- und Pericardhöhle. Du Bois Raymonds Archiv für Physiol. 1895. S. 281. Zentralbl. für Physiol. 1895. Bd. 9. S. 484. — 18. Heidenhain, Bemerkungen und Versuche betreffend die Resorption in der Bauchhöhle. Pflügers Archiv 1895. Bd. 62. S. 320. — 19. Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. — 20. Höber, Über Konzentrationsänderungen bei der Diffusion zweier gelöster Stoffe gegeneinander. Pflügers Archiv 1899. Bd. 74. S. 225. — 21. Klapp, Über Bauchfellresorption. Mitteilgn. aus den Grenzgebieten der Medizin u. Chir. Bd. 10. Heft 1, 2. — 22. Klapp, Über parenchymatöse Resorption. Archiv für experiment. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 47. S. 86. — 23. Krönig und Paul, Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Zeitschr. für Hygiene u. Infektionskrankh. 1897. Bd. 25. — 24. Kunowski, Die ätherischen Öle als Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — 25. Läwen, Vergleichende Untersuchungen über die örtliche Wirkung von Kokain, Novokain, Alypin und Stovain auf motorische Nervenstämme. Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 56. S. 138. 1906. — 26. Liebreich, Über lokale Anästhesie. Verhandlgn. des 7. Kongresses für innere Medizin 1888. S. 249. — 27. Legrand, Anesthésie locale. Paris 1900. S. 156. — 28. Loewy und Müller, Zur Kenntnis der anästhesierenden Wirkung des Yohimbins. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 15. — 29. Longet, Bull. de l'académie de médecine de Paris 1847. — 30. Magendie, Vorlesungen über organische Physik 1836. Bd. 5. S. 16. — 31. Meyer, Über die Beziehung zwischen den Lipoiden und der pharmakologischen Wirkung. Münchner med. Wochenschrift 1909. S. 1577. — 32. Müllerheim, Beitrag zur Wirkung der Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — 33. Munk, Zur Kenntnis der interstitiellen Resorption wasserlöslicher Substanzen. Du Bois Raymonds Archiv für Physiol. 1895. S. 387. — 34. Orlow, Einige Versuche über Resorption in der Bauchhöhle. Pflügers Archiv. Bd. 59. S. 170. — 35. Overton, Studien über die Narkose. Jena 1901. — 36. Pototzky, Versuche zur Auffindung neuer Lokalanästhetica. — 37. Recke, Vergleichende experimentelle Untersuchgn. lokalanästhesierender Mittel. Diss. Leipzig 1903. — 38. Starling und Tubby, Journ. of physiol. 1894. Bd. 16. Nr. 1 u. 2. — 39. Verworn, Über Narkose. Deutsche med. Wochenschr. 1909. S. 1593. — 40. Vinci, Über die Wirkung des Eukains und einiger dem Eukain homologer Körper in Beziehung zu ihrer chemischen Konstitution. Virchows Archiv. Bd. 154. S. 549.

VIII. Die örtlich anästhesierenden Arzneimittel.

A. Kokain.

1. Aducco, Sur l'existence et sur la nature du centre respiratoire bulbaire. Archives italiennes de Biologie. Bd. 13. S. 89. — 2. Aducco, Azione più intensa della cocaine quando se ne ripete la somministrazione a breve distanza. Giorn. R. Accad. di Torino. April 1893. — 3. Albertoni, Wirkung des Kokains auf die Kontraktilität des Protoplasmas. Pflügers Archiv. Bd. 48. Heft 7 und 8. 1891. — 4. Alms, Wirkung des Kokains auf periphere Nerven. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abteilung 1886. Supple-

mentband. S. 293. — 5. v. Anrep, Über die physiologischen Wirkungen des Kokains. Pflügers Archiv. Bd. 21. 1879. — 6. Arloing, Sur quelques points de l'action physiologique de la cocaïne. Lyon méd. Nr. 20. S. 79. 1885. — 7. Auber, La cocaine en chirurgie. Paris 1892. — 8. Baillet, De l'employ de la cocaine dans le traitement de l'hydrocéle par la teinture jodée. Thèse. Paris 1887. — 9. Baracz, Zur lokalen Kokainanästhesie. Wiener medizin. Wochenschr. Nr. 33 und 34. 1880. — 10. Berger, Empoisonnement mortel produit par l'injection d'une solution de chlorhydrate de cocaïne dans la tunique vaginale à la suite de la ponction d'une hydrocèle. Bull. de la Société de chirurgie. 1891. S. 751. Diskussion: S. 756, 761, 794. — 11. Bergmann, Ein Fall von akuter Kokainvergiftung. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 12. S. 392. — 12. Bettelheim, Ein Fall von Kokainvergiftung. Wiener med. Presse 1889. Nr. 12. — 13. Bignon, Sur les propriétés anesthésiques de la cocaine. Bull. de thér. 29. Februar 1892. S. 170. — 14. Bolognesi et Touchard, Les nouveaux remèdes 1899. S. 49. — 15. Bosworth, A new therapeutic use for cocaine. New York med. Record 1884. S. 533. — 16. Bousquet, Accidents locaux produits par les injections hypodermiques de cocaine. Bull. de chirurgie 1890. S. 297. — 17. Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chirurgie. Bd. 57. Heft 2. — 18. Brouardel, Intoxication par le cocaïne. Annales d'hygiène. September 1905. — 19. Burdel, Kokain bei Hydrozelenoperationen. Union méd. 1. August 1886. — 20. Charpentier, Société de Biologie de Paris. 24. Dezember 1884, 11. Januar, 7. Februar, 14. Mai 1885. — 21. Conway, Cocaine as an anaesthetic in fractures and dislocations. New York med. Journ. 1885. Bd. 42. S. 632. — 22. Corin, Recherches sur les rapports existant entre la composition chimique et les propriétés physiologiques des poisons de la série de la cocaïne. Travaux du Labor. de l'Université de Liège 1894. S. 165. — 23. Corning, On the prolongation of the anaesthetic effects of the hydrochlorate of cocaine when subcutaneously injected. New York. med. Journ. 1885. II. S. 317. — 24. Corning, Spinal anaesthesia and local medication of the cord. New York. med. Journ. 1885. II. S. 483. — 25. Corning, Prolonged local anaesthetization by incarceration of the anaesthetic fluid in the field of operation. Employment of cocaine salutions of low percentage. New York. med. Journ. 1886. S. 12. — 26. 27. Costa, Über Kokainanästhesie. Ligur. Ärztekongreß. San Remo 1896. Ref. i. Zentralbl. f. Chir. 1897. S. 252. — 28. Coupar et Bordereau, Comptes rendues de la société biologique 1884. S. 633. — 29. Custer, Kokain und Infiltrationsanästhesie. Basel 1898. — 30. Czerny, Ein Fall von Kokainvergiftung. Beitr. zur klin. Chir. Bd. 39. Supplementheft. — 31. Danilewski, Über die physiologische Wirkung des Kokains auf wirbellose Tiere. Pflügers Archiv 1892. Bd. 51. S. 446. — 32. Dastre, Les anesthésiques. Paris 1890. — 33. Decker, Beiträge über die anästhesierende Wirkung des Kokains. — 34. Delbosc, De la cocaine et de ses accidents. Etude experiment. et chimique. Thèse. Paris 1889. — 35. Demarle, Essay sur le coca de Perou. Paris 1862. — 36. Dubac, Ann. des maladies des org. génitourinaires 1887. S. 432. (Kokain bei Hydrozele.) — 37. Dufour, Ribault, A propos de la stérilisation des solutions de cocaïne. Revue française de médecine et de chirurgie. — 38. Dujardin Beaumez, Des anesthésiques locaux. Bull. gén. de thérapeutique. 30. Dezember 1885. — 39. Dumont, Über den gegenwärtigen Stand

der Kokainanalgesie. Wiesbaden 1890. — **40.** Durduff, Zur physiologischen Wirkung des Kokains. Deutsche med. Wochenschr. 1887. Nr. 9. S. 172. — **41.** Ehrlich, Studien in der Kokainreihe. Deutsche med. Wochenschr. 1890. Nr. 32. S. 717. — **42.** Ewald, Archiv für die gesamte Physiologie 1869. Bd. 2. — **43.** Fauvel, De la coca. Paris 1869. — **44.** Fauvel, De l'anesthésie produite par le chlorhydrate de cocaïne sur la muqueuse pharyngienne et laryngienne. Gaz. des hôp. 1884. Nr. 134. S. 1067. — **45.** Falk, Kokainvergiftungen. Therapeutische Monatshefte 1890. S. 511, 642. — **46.** Feinberg, Zur Kokainwirkung. Berliner klin. Wochenschr. 1886. Nr. 4. S. 52. — **47.** Feinberg und Blumenthal, Weitere Mitteilungen zur physiologischen Kokainwirkung. Berliner klin. Wochenschr. 1887. Nr. 10. S. 166. — **48.** Felizet, s. bei Berger. — **49.** Filehne, Die lokal anästhesierende Wirkung von Benzoylderivaten. Berliner klin. Wochenschr. 1887. Nr. 7. S. 107. — **50.** Fleischer, Über die Einwirkung des Kokainum muriaticum auf das Nervensystem und den tierischen Stoffwechsel. Deutsches Archiv für klin. Medizin 1887. Bd. 42. S. 82. — **51.** Fraenkel, Über Kokain als Mittel zur Lokalanästhesie der Schleimhäute. Breslauer ärztl. Zeitschr. 1884. Nr. 24. S. 289. — **52.** François-Franck, Action paralysante locale de la cocaïne sur les nerfs et les centres nerveux. Arch. de physiol. 1892. Nr. 3. S. 562. — **53.** François-Franck, Applications à la physiologie normale et pathologique de la perte temporaire d'activité des tissus par la cocainisation locale. Compt. rend. T. CXIV. 1892. Nr. 18. S. 1040. — **54.** Gauthier, Des moyens de rendre inoffensive l'analgésie cocainique. Union méd. 7. Oktober 1893. S. 488. — Gaz. des hôp. 1893. Nr. 108. S. 1023. — **55.** Geißler, Über Kokain als lokales Anästheticum. Schmidts Jahrbücher. Bd. 205. S. 89—101. Literaturübersicht. — **56.** Gluck, Berliner klin. Wochenschr. 1887. Nr. 8. — **57.** Glück, The prevention of the toxic effect of cocain. Brit. med. Journ. 5. Juli 1890. — **58.** Goldscheider, Die Wirkungen des Kokains und anderer Anästhetica auf die Sinnesnerven der Haut. Monatshefte für prakt. Dermatol. 1886. Bd. 5. Nr. 2. — **59.** Guitton, Accidents cocainiques évités par la trinitrine. Thèse, Bordeaux 1893. — **60.** Helmsing, Über den Nachweis des Kokains im Tierkörper. Diss. Dorpat 1886. — **61.** Herrenheiser, Prager med. Wochenschr. 1896. Nr. 46. — **62.** Herzog, Über die Wirkung des Kokains auf die Haut. Münchener med. Wochenschr. 1886. Nr. 13. S. 222. — **63.** Hobbs, The uses and abuses of cocaine with reference to mucous membranes especially. Philadelphia Rep. 23. Oktober 1892. S. 641. — **64.** Hoffmann, Über Kokain zur Erzeugung lokaler Anästhesie bei kleinen chirurgischen Operationen. Deutsche med. Wochenschr. 1886. S. 912. — **65.** Husemann, Pentzold und Stintzings Handbuch der spez. Therapie. 1895. Bd. 2. S. 311. — **66.** Hussla, Das Kokain und dessen Anwendung. Diss. Würzburg 1890. — **67.** Jaboulay, Action locale et générale de la cocaïne. Lyon méd. 1901. Nr. 7. — **68.** Jellinek, Lokale Anästhesie des Pharynx und Larynx. Wiener med. Blätter 1884. Nr. 39. Wiener med. Wochenschr. 1884. Nr. 48—49. — **69.** Johnson, The London medical recorder 1888. I. S. 439. — **70.** Knapp, New York med. record. 1884. S. 461. — **71.** Knapp, Cocaine and its use in ophthalm. and general surgery. With supplementary contributions of F. A. Bosworth, R. J. Hall, E. L. Keyser, H. Knapp and W. Polk. Wiesbaden 1885. — **72.** Kochs, Über die Wirkung des Kokains auf frei präparierte gemischte Nervenstränge.

Zentralblatt für klin. Medizin 1886. S. 793. — **73.** Kochs, Die Wirkung der Nervengifte auf frei präparierte Nervenstämme. Zentralbl. für klin. Medizin 1886. S. 889. — **74.** Kohlhardt, Über Entgiftung des Kokains im Tierkörper. Verhandlungen des deutschen Chirurgenkongresses 1901. S. 644. — **75.** Königstein, Über das Cocainum muriaticum in seiner Anwendung in der Okulistik. Wiener med. Presse 1884. Nr. 42, 43. S. 1339, 1365. — **76.** Koller, Vorläufige Mitteilung über lokale Anästhesierung im Auge. 16. Ophthalmologenkongreß. Heidelberg 1884. — **77.** Koller, Über Verwendung des Kokains zur Anästhesierung am Auge. Wiener med. Wochenschr. 1884. Nr. 43, 46. — **78.** Kummer, De l'anesthésie locale par injection de cocaine. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — **79.** Laborde, Sur l'action physiologique de la cocaine. Comptes rend. hebd. de la société de biologie. Oktober 1887. — **80.** Laffont, Sur l'action physiologique de la cocaine. Comptes rend. de l'académie des Sciences 1887. S. 1280. — **81.** Landerer, Lokale Anästhesie mit subkutanen Kokaininjektionen. Zentralbl. für Chir. 1885. Nr. 48. S. 841. — **82.** Latte, Über die nach Kokaingebrauch beobachteten akuten Intoxikationen. Diss. Berlin 1889. — **83.** Legrand, Bulletin de thérap. 8. Februar 1899. — **84.** Legrand, Société de thérap. Februar 1899. (Sterilisation von Kokainlösungen.) — **85.** Lewin, Nebenwirkungen der Arzneimittel. Berlin 1893. — **86.** Liebreich, Zur Kenntnis des Kokains. Therapeut. Monatshefte. November 1880. S. 510. — **87.** Link, Zur Frage der lokalen Kokainanästhesie. Wiener Wochenschr. 1888. Nr. 51. S. 1702. — **88.** Lossen, Annalen der Chemie und Pharmazie. Bd. 121 und 133. — **89.** Lublinski, Deutsche med. Wochenschr. 1884. Nr. 50. — **90.** Mannheim, Über das Kokain und seine Gefahren in physiologischer, toxikologischer und therapeutischer Beziehung. Eine literarische Studie. Zeitschr. für klin. Medizin 1890. Bd. 18. Heft 3 und 4. S. 380. — **91.** Mannheim, Kokainvergiftung. Zeitschr. f. klin. Med. 1900. Nr. 12. — **92.** Mattisson, Kokainvergiftung. Philadelphia Rep. 24. Oktober 1891. — **93.** Maurel, Recherches sur les causes de la mort par la cocaine. Bulletin de thér. 15. März 1892. S. 201. — **94.** Maurel, Cocaine, ses propriétés toxiques et thérapeutiques. Paris 1895. — **95.** Meltzer und Langmann, Wird Strychnin durch lebende tierische Gewebe entgiftet? Zentralbl. für innere Medizin 1900. Nr. 1. — **96.** Mikulicz, Methoden der Schmerzbetäubung. Deutscher Chirurgenkongreß 1901. S. 568. — **97.** Moreno y Mayz, Recherches chim. et physiol. sur l'Erythroxylon coca de Perou et la cocaine. Thèse. Paris 1868. — **98.** Mosso, Über die physiologische Wirkung des Kokains. Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie 1887. Bd. 23. — **99.** Mosso, Über die physiologische Wirkung des Kokains. Pflügers Archiv 1890. Bd. 47. — **100.** Niemann, Über eine neue Base in den Kokablättern. Diss. Göttingen 1860 und Annalen der Chemie und Pharmazie. Bd. 114. — **101.** Novinny, Das Kokablatt. Wien 1886. — **102.** Parker, The prevention of cocain poisoning. British medical Journal, 30. August 1890. — **103.** Percy, Medical Record. 2. Dezember 1857. — **104.** Pernice, Über Kokainanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1890. Nr. 14. S. 287. — **105.** Pöppig, Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrom. Leipzig 1836. — **106.** Pouchet, Leçons de pharmacodynie. Paris 1899. — **107.** Poulsson, Beiträge zur Kenntnis der pharmakologischen Gruppe des Kokains. Archiv für experiment. Path. 1890. Bd. 27. Heft 4 und 5. S. 300. — **108.** Reclus und

Wall, Sur la cocaine en chirurgie. Rev. de chir. 16. Februar 1889. — **109.** Reclus, L'anesthésie locale par la cocaïne. Gaz. hebdom. 1890. Nr. 13. — **110.** Reclus, Les accidents de la cocaïne. Sem. méd. 1893. Nr. 31. S. 244. — **111.** Reclus (Hérissey), Stérilisation des solutions de cocaine. Bulletin et mém. de la société de Chirurgie 1901. Nr. 8. — **112.** Reclus, L'anesthésie localisée par la cocaïne. Paris 1903. — **113.** Ricke, Über Intoxikationserscheinungen des Kokains bei Anwendung desselben auf Schleimhäute. Diss. Würzburg 1889. — **114.** Ritter, Totalanästhesie durch Injektion von Kokain in die Vene. Berliner klinische Wochenschrift 1909. Nr. 37 und Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. 96. H. 4. — **115.** Roberts, New York med. record, 17. Oktober 1885. New York med. Journ. Bd. II. 1885. S. 460. — **116.** Robson, The use of cocaine in major operations. Brit. med. Journ. 6. November 1886. — **117.** Scheppegrell, The abuse and dangers of cocaine. Med. News 1898. Nr. 14. — **118.** Scherzer, Reise der österreichischen Fregatte „Novarra" um die Erde 1857—59. Wien 1865. — **119.** Schilling, Kokainvergiftung und Gegengift. Bayerisches ärztl. Intelligenzbl. 1885. S. 793. — **120.** Schroff, Zeitschrift der Gesellschaft Wiener Ärzte 1862. — **121.** Saglia, La coca, ses applications thérapeutiques. Gaz. des hôp. 1877. — **122.** Sidler-Huguenin, Über die Einwirkung der Sterilisationsverfahren auf Kokainlösungen und über die beste Methode, Kokain- und Atropinlösungen steril aufzubewahren. Korr.-Bl. für Schweizer Ärzte 1900. Nr. 6, 7. — **123.** Sighicelli, Arch. ital. de Biol. 1886. Bd. 7. S. 128. — **124.** Snell, Beitrag zur Kenntnis der Wirkung des Kokains. Diss. Kiel 1891. — **125.** Soulier und Guinard, Contribution à l'étude des effets excitomoteurs et convulsivants de la cocaine. Lyon méd. 1898. Nr. 31. S. 465. — **126.** Spillmann, Contribution à l'étude de quelques procédés d'anesthésie par la cocaine dans le traitement par l'injection jodée. Thèse. Paris 1889. — **127.** Strauß, Über lokale Gangrän nach Kokaininjektionen. Diss. Würzburg 1889. — **128.** Stuver, Cocaine and antipyrine combined in the treatement of obstinate vomiting, and as a local anaesthetic for minor surgical operations. Medical News. 6. September 1890. — **129.** Thiéry, Gaz. méd. de Paris 1887. Nr. 18, 19. (Hydrozelenoperation.) — **130.** Thomas, Revue de laryngologie et de rhinologie 1893. Nr. 20. — **131.** Toccaille de Larabrie, De l'anesthésie locale par le cocaine dans le traitement de l'hydrocèle par l'injection jodée. Thèse de Paris 1895. — **132.** Torsellini, Sull' azione anestetica della cocaina. Annali di chim. med. farmac. 1885. S. 183. — **133.** Trzebicki, Wiener med. Wochenschr. 1891. Nr. 38. — **134.** Tschudi, Reiseskizzen aus Peru in den Jahren 1838 und 1842. St. Gallen 1896. — **135.** Tuffier, De la stérilisation des solutions de cocaine. La presse médicale 1901. Nr. 15. — **136.** Tuffier et Reclus, Stérilisations des solutions de cocaine. Bull. et mém. de la société de Chir. 1901. Nr. 8. — **137.** Verchère, La France médicale 1885. Nr. 111, 112. — **138.** Vulpian, Expériences sur le chlorhydrate de cocaïne. Compt. rend. T. 49. 1884. Nr. 20,21. S. 836, 885. — **139.** Wagner, Eine Methode, durch Kokain Hautanästhesie zu erzeugen. Wiener med. Blätter 1886. Nr. 6. S. 161. — **140.** Wedell, Voyage dans le Nord de la Bolivia et dans les parties voisins de Pérou. Paris 1853. — **141.** Weigand (Braun), Über akute Kokainvergiftungen. Diss. Leipzig 1897. — **142.** Wiechowski, Über das Schicksal des Kokains und Atropins im Tierkörper. Archiv für experiment. Pathologie und Pharmakologie 1901. Bd. 46. Heft 1. — **143.** Wöhler, An-

nalen der Chemie und Pharmazie 1860. Bd. 114. — 144. Witzel, Kokainanästhesie. Deutsche Zahnheilkunde 1886. Heft 1. — 145. Wölfler, Über die anästhesierende Wirkung der subkutanen Kokaininjektionen. Wiener med. Wochenschr. 1885. Nr. 50. S. 1531. — 146. Wölfler, Schustler, Fränkel, Spitzer, Chiari, von Fillenbaum, Lustgarten, Frey, Hoffmann, Fux, Hochstetter, Orloff, Über Kokainanästhesie. Wiener med. Wochenschr. 1887. — 147. Wölfler, Zur toxischen Wirkung des Kokains. Wiener med. Wochenschrift 1889. Nr. 18. S. 673. — 148. Zaufal, Weitere Mitteilungen über die Verwendung des Kokains in der Rhino- und Ototherapie. Prager med. Wochenschrift 1885. Nr. 7. S. 57. — 149. Zwaardemaker, Cocaine-anosmie. Nederl. Tijdschr. 12. Oktober 1889. S. 491.

B. Tropakokain.

150. Albrecht, Über Tropakokain bei zahnärztlichen Operationen. Odontolog. Bl. 1899. — 151. Bauer, Tropakokain bei Zahnextraktionen. Österr.-Ungar. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. April 1900. — 152. Bloch, Über stomatologische Lokalanästhesie mittels Kokain und Tropakokain. Wiener zahnärztl. Monatsschr. Bd. 3. — 153. Bockenham, Tropakokain. Brit. med. Journ. 18. November 1893. — 154. Briegleb, Über die Verwendbarkeit des Tropakokains in der Infiltrationsanästhesie. Zeitschr. für prakt. Ärzte 1899. Nr. 6. — 155. Chadbourne, Über Tropakokain, ein Benzoyl-Pseudotropein, eine neue Kokabase und dessen Wert als lokales Anästheticum. Therap. Monatshefte. September 1892. S. 471, und Brit. med. Journ. 1892. Heft 2. — 156. Custer, Die Verwendbarkeit des Tropakokains in der Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 32. — 157. Custer, Kokain und Infiltrationsanästhesie. Basel 1898. — 158. Dillenz, Kokainum muriaticum, Tropakokainum und Kokainum phenylicum in der Zahnheilkunde. Diss. Zürich 1897. — 159. Dorn, Tropakokain. muriaticum als Lokalanästheticum. Odontol. Bl. 1898. — 160. Ferdinands, Clinical observations on tropacocaine in ophthalmic pratice. Brit. med. Journ. 1893. S. 1318. — 161. Giesel, Benzoylpseudotropein. Pharmakol. Ztg. 1891. S. 419. — 162. Groenouw, Tropakokain in der Augenheilkunde. Deutsche med. Wochenschr. 1893. S. 331. — 163. Hugenschmidt, Tropakokain in der Zahnheilkunde. La semaine médicale 1893. Nr. 6. — 164. Liebermann, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1891 S. 2336 und 1892 S. 927. — 165. Neugebauer, Über Rückenmarksanalgesie und Tropakokain. Wiener klin. Wochenschr. 1901. Nr. 50 und 52. — 166. Pinet et Viau, Essays d'anesthésie locale au moyen de la Tropacocaine. Paris 1893. — 167. Rogmann, Tropakokain in der Augenheilkunde. Clinique ophthalm. 1897. Nr. 17, 19. — 168. Saum, Über Tropakokain in der Zahnheilkunde. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1901. S. 156. — 169. Schwarz, Zur Frage der medullaren Narkose. Zentralbl. für Chir. 1901. S. 248. — 170. Schweigger und Silex, Tropakokain in der Augenheilkunde. Therap. Monatshefte 1892. S. 473. — 171. Seifert, Verwendung des Tropakokains bei Erkrankungen der Nase, des Rachens und Kehlkopfes. Internationale klin. Rundschau 1899. Nr. 8. — 172. Vamossy, Tropakokain. Therap. Wochenschr. 1896. Nr. 9. — 173. Veasey, Tropakokain in der Augenheilkunde. New York. med. Journ. 25. November 1893. — 174. Zander, Tropakokain bei Zahnextraktionen. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1900. Nr. 128.

C. Eukain-A.

175. Battistini, L'eucaina come anestetica locale. Soc. ital. di Chir. XII. Congresso. 1897. — 176. Bayer, Über Anwendung des Eukains bei Affektionen der Speiseröhre. Therapeutische Monatshefte 1897. — 177. Berger, Emploi de l'eucaïne en ophthalmologie. Révue de thérap. méd. et chir. 1896. Nr. 12. — 178. Best, Eukain in der Augenheilkunde. Deutsche medizin. Wochenschr. 1896. Nr. 36. S. 573. — 179. Bocquillon, L'eucaïne comme anesthésique. Journ. de méd. de Paris 1897. Nr. 37. — 180. Deneffe, L'eucaïne en ophthalmologie. Le Scalpel 1896. Nr. 11. — 181. Ver Eecke, Etude de l'action physiologique du chlorhydrate d'eucaïne. Bruxelles 1897. S. 47. — 182. Görl, Über Eukain in der dermatologischen Praxis. Therap. Monatshefte 1896. S. 378. — 183. Hamilton, Eucaine as a local annaesthetic. Lancet. 26. August 1898. S. 552. — 184. Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. S. 466. — 185. Hernette, L'eucaïne; contribution à son étude physiologique, de son emploi comme anesthésique locale en chirurgie. Thèse. Paris 1897. — 186. Horne und Yearsley, Eucaine as a local anaesthetic in the surgery of the throat, nose and ear. Brit. med. Journ. 16. Januar 1897. — 187. Horne, Eucaine as a local anaesthetic in the surgery of the throat, nose and ear. Brit. med. Journ. 27. November 1897. — 188. Kiesel, Eukain, ein neues Anästheticum. Zahnärztl. Rundschau 1896. Nr. 196. — 189. Legueu et Liholl, L'eucaïne en chirurgie. Gaz. des hôp. 1897. Nr. 19, 20. — 190. Legueu, De l'anesthésie locale par l'eucaïne. L'association française d'urologie. Annales des maladies des organes génito-urinaires. November 1896. Nr. 11. Revue de chirurgie 1897. Nr. 2. — 191. Merling, Über Eukain. Pharmakol. Ztg. 1896. Nr. 47. S. 396. — 192. Ornstein, Erfahrungen mit Eukain. Journ. für Zahnheilkunde 1897. Nr. 19. — 193. Pouchet, De l'eucaïne comme anesthésique. Journ. de méd. de Paris 1897. Nr. 10. — 194. Pouchet, De l'eucaïne. Etude de son action physiologique. Bull. gén. de thérap. 1897. S. 79—172. — 195. Quéré, Etude critique sur l'anesthésie dentaire. Thèse de Bordeaux 1896. — 196. Reclus, L'eucaïne. La France méd. 1897. Nr. 8. — 197. Touchard, De l'eucaïne en chirurgie dentaire. Bull. gén. de thérap. 1897. Nr. 9. — 198. Vinci, Über ein neues lokales Anästheticum, das Eukain. Virchows Archiv 1896. Bd. 145. S. 78. — 199. Vinci, Eucainum hydrochloricum, ein neues lokales Anästheticum. Therap. Monatshefte. Juni 1896. S. 330. — 200. Vinci, Über Eukain, ein neues lokales Anästheticum. Berliner klin. Wochenschr. 1896. Nr. 27. — 201. Vinci, Über die anästhesierende und toxische Wirkung einiger dem Kokain nahestehender Körper. Archiv für Anatomie und Physiol. Physiolog. Abtlg. 1897. S. 163. — 202. Vinci, Über das Eukain. Therap. Monatshefte. Februar 1897. S. 99. — 203. Vinci, Über die Wirkung des Eukains und einiger ihm homologer Körper in Beziehung zu ihrer chemischen Konstitution. Virchows Archiv. Bd. 154. S. 549. — 204. Vogt, Action de l'eucaïne. Bull. gén. de thérapeut. 1897. S. 112. — 205. Vollert, Über den Wert des Eukains in der Augenheilkunde. Münchener med. Wochenschrift 1896. Nr. 22 und 37. — 206. Wossidlo, Das Eukain als lokales Anästheticum für Harnröhre und Blase. Zentralbl. für die Krankh. der Harn- und Sexualorgane 1897. Bd. 8. Heft 2. — 207. Wüstefeld, Über die Verwendbar-

keit des Eukains in der Augenheilkunde. Münchener med. Wochenschr. 22. Dezember 1896.

D. Eukain-B.

208. Barker, A note of some further experience of operations under local anaesthesia produced by Beta-Eucain. The Lancet 20. Januar 1900. — **209.** Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 57. Nr. 2. — **210.** Chapiro, L'eucaïne-B comme anesthésique locale en stomatologie et en chirurgie générale. Thèse de Paris 1898. — **211.** Cipriani, Über den anästhetischen Wert des Eukain-B. Therap. Monatsschr. Juni 1898. S. 331. — **212.** Cohn, Über eine neue Form des Eukains, das essigsaure Beta-Eukain. Med. Woche 1901. Nr. 36. — **213.** Crile, An experimental and clinical research into cocain and eucain. Journ. of the amer. med. association. Februar 1902. — **214.** Dolbeau, Contribution à l'étude de l'anesthésie en chirurgie oculaire par l'emploi de l'eucaïne-B. Thèse. Paris 1897. — **215.** Dumont et Legrand, L'eucaïne-B, son emploi en stomatologie comme anesthésique locale. Bull. gén. de thérap. 1887. S. 545. — **216.** Engelmann, Ersatz des Kokains durch Eukain-B bei der Bierschen Kokainisierung des Rückenmarks. Münchener med. Wochenschrift 1900. Nr. 44. — **217.** Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. S. 466. — **218.** Kiesel, Die lokale Anästhesie durch Eukain-B. Zahnärztliche Rundschau 1898. Nr. 316. — **219.** Legrand, Anesthésie locale. Paris 1900. S. 237. — **220.** Legrand, Nouvelle contribution à l'étude de l'eucaïne-B en stomatologie. Société de thérap. 22. Juni. Bull. gén. de thérap. 8. Juli 1898. S. 20. — **221.** Lohmann, Das Eukain-B als Lokalanästheticum in der Chirurgie. Therap. Monatshefte. August 1887. S. 324. — **222.** Lohmann, Infiltration und Chemismus. Therap. Monatshefte. September 1900. — **223.** Marcinowski, Das Eukain-B. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 65. Nr. 5, 6. S. 417. — **224.** Mikulicz, Die Methoden der Schmerzbetäubung. Archiv für klin. Chir. Bd. 64. Heft 4. — **225.** Poole, Beta-Eucaïn as an anaesthetic in eye, nose and throat work. Med. News. 21. Oktober 1898. S. 521. — **226.** Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Progrès med. 1898. S. 241, 263. — Reclus, L'eucaïne-B. Bulletin med. 1898. Nr. 26. — **227.** Silex, Über Eukain-B in der praktischen Augenheilkunde. Deutsche med. Wochenschr. 1897. Nr. 6. — **228.** Silex, Weitere Mitteilungen über Eukain-B. Therap. Monatshefte 1897. Nr. 6. — **229.** Terret, Cocain and Eucain in local anaesthesia as applied by the combined infiltration and the regional methods in major surgery of the extremities with illustrative cases. New Orleans medical and surgery Journ. 1901. — **230.** Vinci, Über das Eukain-B. (Benzoyl-trans-Vinyldiaceton-alkamin.) Virchows Archiv 1897. Bd. 149. S. 217.

E. Holokain.

231. Carter, On holocaine in ophthalmic surgery. Lancet 29. Mai 1897. S. 1466. — **232.** Chevalier, L'holocaïne en ophthalmologie. Bull. de thérap. 23. Oktober 1897. S. 609. — **233.** Deneffe, L'holocaïne en ophthalmologie. Bull de l'acad. de méd. de Belgique. Séance du 27. März. — **234.** Gires, L'holocaïne, contribution à l'étude de son action physiologique, de son emploi comme anesthésique en ophthalmologie et en stomatologie. Thèse. Paris 1897.

— **235.** Gutmann, Über Holokain, ein neues Anästheticum. Deutsche med. Wochenschr. 1897. Nr. 11. S. 165. — **236.** Hinz und Schlösser, Holokain, ein neues Anästheticum. Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde. April 1897. S. 114. — **237.** Hirschfeld, Über p-Diäthoxyäthenyldiphenylamidin als Ersatz des Kokains. Zentralbl. für prakt. Augenheilkunde. Januar 1807. S. 30. — **238.** Hirschfeld, Holokain, ein neues Anästheticum. Klin. Monatsbl. für Augenheilk. 1897. S. 157. — **239.** Kuthe, Versuche mit dem örtlichen Betäubungsmittel Holokain. Zentralbl. für prakt. Augenheilk. Januar 1897. S. 55. — **240.** Legrand, Anesthésie locale. Paris 1900. S. 254. — **241.** Loewenstamm, Über weitere Versuche mit Holokainum muriaticum. Therap. Monatsh. Juni 1897. S. 268. — **242.** Randolph, Conclusions from clinical and bacteriological experiments with holocain. John Hopkins Hosp. Bull. Juli 1898. — **243.** Schultz, Archiv für Augenheilk. 1899. Bd. 40. Heft 2. S. 125. — **244.** Taeuber, Über p-Diäthoxyäthenyldiphenylamidin, ein neues lokales Anästheticum. Zentralbl. für prakt. Augenheilk. Januar 1897. S. 53. — **245.** Winselmann, Über Holokain. Klin. Monatsbl. für Augenheilk. Bd. 35. S. 150.

F. Aneson.

246. Hanszel, Aneson. Wiener klin. Wochenschr. 1898. S. 1123. — **247.** Impens, Le Chloretone. Arch. intern. de Pharmacodynie 1901. Bd. 8. S. 77. — **248.** Mosbacher, Aneson als Ersatz des Kokains in der Schleichschen Infiltrations- und der Oberstschen regionären Anästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 3. — **249.** Rubinstein, Über lokale Anästhesie insbesondere größerer Gelenke. Verhandlg. der deutsch. Gesellschaft für Chirurgie 1898. 1. S. 33. — **250.** Sternberg, Über Anesonanästhesie. Klin. therap. Wochenschr. 1898. Nr. 39. — **251.** von Vámossy, Über Aneson, ein neues Ersatzmittel des Kokains. Deutsche med. Wochenschr. Therap. Beilage 1897. Nr. 8. S. 58.

G. Akoin.

252. Bab, Über Akoin als lokales Anästheticum bei zahnärztlichen Operationen. Wiener zahnärztl. Monatsschr. 1902. — **253.** Braun, Artikel „Lokalanästhesie" in Kochers Enzyklopädie der Chir. 1900. — **254.** Carter, On acoine as a local anästhetic in subconjunctival injections. Lancet. 21. Oktober 1898. S. 1082. — **255.** Dakonto, Akoin in der Chirurgie. Deutsche Zeitschr. für Chir. 1903. Bd. 69. S. 457. — **256.** Darier, Moyen de rendre presque indolores les injections sous-cutanées de cyanure sous-conjunctivales et de mercure. La clinique ophthalmologique. 25. Juli 1899. — **257.** Etiévant, Acoin en ophthalmologie. La province médicale. 14. Juli 1900. — **258.** Guibert, Akoin in der Augenheilkunde. La clinique ophthalmologique 1899. Nr. 17. — **259.** Hirsch, Über subkonjunktivale Einspritzungen mit Akoin. Archiv für Augenheilk. Bd. 42. Heft 3. — **260.** Krauß, Über die Anwendung des Akoin-Kokains zur Lokalanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 34. — **261.** Nipperdey, Einiges über Akoinanästhesie in der Zahnheilkunde. Deutsche Monatsschr. für Zahnheilk. November 1902. — **262.** Senn, Akoin als Lokalanästheticum in der zahnärztlichen Praxis. Schweizer Vierteljahrsschr. für Zahnheilk. Bd. 10. Heft 4. — **263.** Spindler, Ein Fortschritt in der Entwicklung der Lokalanästhesie. Wratschebnaja gaseta 1902. Nr. 4.

Refer. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 16. — **264.** Stasinski, Zur Behandlung des Ulcus serpens corneae. Therapie der Gegenwart 1901. Nr. 5. — **265.** Thiesing, Die Lokalanästhesie in der zahnärztlichen Praxis. Leipzig 1902. — **266.** Trolldenier, Über die anästhetischen Eigenschaften von Alkyloxyphenylguanidinen (Akoinen). Therap. Monatshefte. Januar 1898. S. 36, und Zeitschrift für Tiermedizin 1901. — **267.** Trolldenier, Über die anästhesierenden Eigenschaften der Akoine. Diss. Gießen 1901.

H. Orthoform.

268. Albertin, Intoxication par l'orthoforme employé comme topique dans le pansement des plaies. Lyon med. 1898. S. 128. — **269.** Asam, Erfahrungen über Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 8. — **270.** Bardet, Notes sur les modes d'administration, de l'orthoforme et sur quelques applications. Bull. gén. de thérap. 23. Februar 1900. S. 262. — **271.** Boisseau, Propriétés analgésiques de l'orthoforme. Société d'anatomie et de physiologie. Journ. de méd. de Bordeaux 1898. Nr. 9. — **272.** Bornstein, Orthoform. Zahnärztl. Rundschau 1898. Nr. 15. — **273.** Bock, Orthoform. Therap. Monatshefte 1898. S. 413. — **274.** Brocq, Accidents produits par l'orthoforme. Semaine médicale 1898. Nr. 17. — **275.** Dreyfuß, Kombination der Infiltrationsanästhesie und Orthoform. Münchener med. Wochenschrift 1898. Nr. 17. — **276.** Ducray, L'orthoforme et ses indications en laryngologie. Thèse de Paris 1898. — **277.** Einhorn und Heinz, Orthoform. Ein Lokalanästheticum für Wundschmerz usw. Münchener medizin. Wochenschrift Nr. 37. Oktober 1897. S. 555. — **278.** Friedländer, Orthoformvergiftung. Therapeutische Monatshefte. Dezember 1900. S. 677. Deutsche med. Wochenschr. 1901. S. 575. — **279.** Graul, Über Nebenwirkungen des Orthoform. Deutsche med. Wochenschr. 1901. Nr. 24. — **280.** Guinard et Soulier, Contribution à l'étude pharmacodynamique de l'orthoforme. Arch. internat. de pharmacod. 1898. Bd. 6. Heft 1 u. 2. — **281.** Hecker, Über Orthoform. Diss. Berlin 1898. — **282.** Heermann, Beitrag zur Orthoformvergiftung. Therap. Monatshefte. November 1901. — **283.** Herzfeld, Jastrowitz, Goldscheider, Fraenkel, Diskussion über Orthoform im Verein für innere Medizin zu Berlin. Deutsche medizin. Wochenschr. 1898. Nr. 17. — **284.** Hildebrandt, Beitrag zur Orthoformanästhesie. Deutsche medizin. Wochenschr. 1898. Nr. 48. — **285.** Hirschbruch, Über Orthoform. Berliner klin. Wochenschr. 1897. Nr. 51. — **286.** Hornberger, Über Orthoform. Therap. Monatshefte 1901. S. 519. — **287.** Jessen, Orthoform in der Zahnheilkunde. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1898. Nr. 10. — **288.** Katz, Mißerfolg bei Anwendung von Orthoform in Tubenform. Münchener med. Wochenschrift 1900. Nr. 20. S. 713. — **289.** Kallenberger, Über Orthoform. Berliner klin. Wochenschr. 1898. Nr. 12. — **290.** Kallenberger, Über Orthoform. Ein neues Lokalanästheticum. Diss. München 1898. — **291.** Kassel, Über Orthoformemulsionen. Therap. Monatshefte 1898. Nr. 10. — **292.** Kindler, Weitere Mitteilungen über den Gebrauch von Orthoform. Fortschr. der Medizin 1898. Nr. 7. — **293.** Klaußner, Über Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 46. — **294.** Klaußner, Über Orthoform und Orthoform-neu. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 42. S. 1338. — **295.** Lichtwitz, Orthoform. Arch. internat. de laryngologie 1898. Nr. 1. — **296.** Luxen-

burger, Experimentelles und Klinisches über Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 2 u. 3. S. 48 u. 82. — **297**. Miodowski, Ein weiterer Mißerfolg bei der Wundbehandlung mit Orthoform. Münchener med. Wochenschrift 1899. Nr. 12. — **298**. Mosse, Über das Verhalten des Orthoform im Organismus. Deutsche med. Wochenschr. 1898. Nr. 26. — **299**. Neumayer, Über Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 44. — **300**. Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Le progrès médical 1899. Nr. 16, 17. — **301**. Ruhemann, Ein Fall von Orthoformekzem. Therap. Monatshefte. Dezember 1900. S. 679. — **302**. Soulier et Guinard, Note sur les actions pharmacodynamiques de l'orthoforme. Lyon méd. 1898. Nr. 32. S. 516. — **303**. Soulier et Guinard, Quelques mots sur le chlorhydrate d'orthoforme. Lyon méd. 1898. Nr. 52. S. 541. — **304**. Stubenrauch, Zur Orthoformfrage. Münchener med. Wochenschrift 1898. S. 1254. — **305**. Wunderlich, Zur Anwendung von Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 10. — **306**. Yonge, The local treatment of painfull ulcerations by orthoform with special reference to the upper air passages. Brit. med. Journ. 5. Februar 1898.

J. Nirvanin.

307. Bonnard, Nirvanin en odontologie. L'odontologie. 30. April 1899. — **308**. Braquehaye, Nirvanin en chirurgie. Gaz. des hôp. 1900. Nr. 94. — **309**. Didrichson, Zur Pharmakologie des Nirvanins. Wratsch 1900. Nr. 21 (russisch). Refer. im Zentralbl. für Chir. 1900. S. 976. — **310**. Dorn, Mitteilungen über meine Erfahrungen mit Nirvanin, Tropacocainum hydrochloricum und Orthoform. Odontolog. Blätter 1900. — **311**. Dumont et Legrand, Communication à la société de stomatologie. 20. März 1899. — **312**. Einhorn und Heinz, Fortsetzung der Orthoformarbeiten. Münchener med. Wochenschrift 1898. Nr. 49. S. 1554. — **313**. Floeckinger, Klinische Experimente mit Nirvanin. New York. med. Monatsschr. 1900. Nr. 6. S. 343. — **314**. Hölscher, Beitrag zur regionären Anästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 8. — **315**. Luxenburger, Über das neue Lokalanästheticum „Nirvanin". Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 1 u. 2. — **316**. Joanin, De la valeur pharmacodynamique de la nirvanine. Bull. gén. de thérap. 28. Juni 1898. S. 906. — **317**. Manquat, La nirvanine. Le bull. méd. 1899. Nr. 94. — **318**. Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Le progrès méd. 1899. Nr. 16, 17. — **319**. Reynier, La nirvanine. Revue de thérap. méd. chir. August 1899. — **320**. Rotenberger, Orthoform, Orthoform-neu und Nirvanin. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1898. Nr. 38. — **321**. Stubenrauch und Schmidt, Nirvanin. Münchener med. Wochenschr. 1899. S. 1254. — **322**. Szuman, Nirvanin als lokales Anästheticum, sowie einige Bemerkungen über Schleichsche Anästhesie. Noviny lekarskie 1899. Nr. 10 u. 11. Ref. in Hildebr. Fortschr. der Chir. 1899. — **323**. Uwarow, Notiz über das Nirvanin. Wratsch 1900. Nr. 23 (russisch). Ref. Zentralbl. für Chir. 1900. S. 976.

K. Anästhesin und Subkutin.

324. Becker, Eine neue Verbindung des Anästhesins zur subkutanen Injektion, „Subkutin". Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 20. — **325**. Binz, Anästhesin. Berliner klin. Wochenschr. 1902. Nr. 17. — **326**. Dunbar, Beitrag zur lokalen Anästhesie unter Anwendung des Para-amidobenzoesäureesters.

Deutsche med. Wochenschr. 1902. Nr. 10. — **327**. Dunbar, Noch einiges über das salzsaure Anästhesin als örtliches Betäubungsmittel. Zentralbl. für Chirurgie 1903. Nr. 43. — **328**. Hartmann, Anästhesin. Therapie der Gegenwart 1902. Nr. 10. — **329**. Henius, Anästhesin. Therapie der Gegenwart 1903. Nr. 1. — **330**. Kassel, Zur Anwendung des Anästhesins. Therap. Monatshefte. Juli 1902. — **331**. Kennel, Anästhesin. Berliner klin. Wochenschr. 1902. Nr. 52. — **332**. Lengemann, Anästhesin in der Wundbehandlung. Zentralbl. für Chir. 1902. Nr. 22. — **333**. von Noorden, Über para-Amidobenzoesäureester als lokales Anästheticum. Berliner klin. Wochenschr. 1902. Nr. 17. — **334**. Rammstedt, Über die Verwendung des salzsauren Anästhesins zur lokalen Betäubung. Zentralbl. für Chir. 1902. Nr. 38. — **335**. Spieß, Anästhesin. Münchener med. Wochenschr. 1902. Nr. 39. S. 1611.

L. Propaesin und Zykloform.

336. Kluge, Über Propäsin, ein neues Lokalanästhetikum. Therap. Monatshefte, Febr. 1909. — **337**. Krecke, Zykloform. Münchn. med. Wochenschr. 1910. S. 2447. — **338**. Perl, Über Propäsin. Med. Klinik 1909. Nr. 50. — **339**. Strauß, Zykloform, ein neues Wundanästhetikum. Münchn. med. Wochenschr. 1910. S. 2643. — **340**. Stürmer und Lüders, Propäsin, ein neues sehr starkes Lokalanästhetikum. Deutsche med. Wochenschr. 1908. Nr. 53. — **341**. Werner, Erfahrungen mit Zykloform als Lokalanästhetikum. Münchner med. Wochenschrift 1910. S. 2004. — **342**. Wyss, Über die Wirksamkeit des Zykloform als Anästhetikum bei Erkrankungen des Magen-Darmtraktus. Archiv f. Verdauungskrankheiten 1910. Bd. 16, Heft 4.

M. Stovain.

343. Billon, Sur un médicament nouveau, le chlorhydrate d'amyléine. Acad. de méd. 29. März 1904. — **344**. Braun, Über einige neue örtliche Anästhetica (Stovain, Alypin, Novokain). Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 42. — **345**. Cernezzi, Über Leitungsanästhesie mit Stovain und mit den Stovain-Adrenalinlösungen. Zentralbl. für Chir. 1905. S. 284. — **346**. Chaput, L'anesthésie rachidienne à la stovaine. Société de chir. 12. Oktober 1904. — **347**. Couteaud, L'anestésie local et les nouveaux anesthésiques locaux. Bull. de l'acad. de méd. 1908. Nr. 26. — **348**. Dubar, La stovaine en oto-rhino-laryngologie. Progrès méd. 26. November 1904. — **349**. Fourneau, Sur les amino-alcools tertiaires. Acad. des sciences de Paris. Februar 1904. — **350**. Gemuseus, Das Stovain. Diss. Bern 1905. — **351**. Huchard, Quelques faits thérapeutiques sur la stovaine. Bull. de l'acad. de méd. 12. Juli 1904. — **352**. Kendirdjy et Berteaux, L'anesthésie chirurgicale par injection sous-arachnoidienne de stovaine. Presse méd. Oktober 1904. — **353**. Laewen, Experimentelle Untersuchungen über die örtliche Wirkung einiger neuer Lokalanästhetica (Stovain, Novokain und Alypin) auf motorische Nervenstämme. Beiträge zur klin. Chirurgie. Bd. 50. Heft 2. — **354**. Lapersonne, Un nouvel anesthésique local, la stovaine. Presse méd. 13. April 1904. — **355**. Lannoy et Billon, Sur la toxicité de chlorhydrate d'amyleïne. Acad. des sciences, 15. Mai 1904. — **356**. Lohmann, Das Stovain in der Lokalanästhesie. Fortschritte der Medizin 1905. Nr. 33. — **357**. Meyer, Zwei neue Lokalanästhetica in der rhinolaryngologischen Praxis (milchsaures Eukain, Stovain). Therap.

Monatshefte 1905. S. 240. — **358.** Müller, Stovain als Anästheticum. Sammlung klin. Vorträge 1906. Nr. 428. — **359.** Nogué, La stovaine en stomatologie. Archives de stomat. April, Mai 1904. — **360.** Pont, A propos d'un nouvel anesthésique local, la stovaine. Bull. du Lyon méd. 15. Mai 1904. — **361.** Pouchet, Etude pharmacodynamique de la stovaine. Bull. de l'acad. de méd. 12. Juli 1904. — **362.** Reclus, L'analgésie locale par la stovaine. Bull. de l'acad. de méd. 5. Juli 1904. — **363.** Reclus, Stovain. Allgem. med. Zentralztg. 1906. Nr. 14. — **364.** Sauvez, Un nouvel anesthésique locale, la stovaine. Société d'odontologie de Paris. 9. April 1904. — **365.** Sinclair, Gangrene of the skin following the use of stovaine. Journ. of cutan. diseases. Juli 1905. — **366.** Woskresenski, Über lokale Stovainanästhesie.

N. Alypin.

367. Braun, Über einige neue örtliche Anästhetica (Stovain, Alypin, Novokain). Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 42. — **368.** Bubenhofer, Weitere Erfahrungen mit Alypin als Lokalanästhetikum. Münchner med. Wochenschrift 1909. Nr. 42. — **369.** Fischer, Über einige Anästhesierungsmethoden mit Alypin. Deutsche med. Wochenschr. 1910. Nr. 38. — **370.** Garasch, Das Alypin als Anästhetikum in der Urologie. Wratsch 1911. Nr. 32. Referat Zentralbl. f. Chir. 1911. Nr. 43. S. 1438. — **371.** Geth, Alypin. Diss. Gießen 1905. — **372.** Hamm, Alypin als Lokalanästhetikum in der kleinen Chirurgie. Deutsche med. Wochenschrift 1910. Nr. 25. — **373.** Hummelstein, Wirkung des Alypins auf das Auge. Archiv für Augenheilk. Bd. 53. Heft 1. — **374.** Impens, Über Lokalanästhesie. Pflügers Archiv Bd. 110. S. 21. — **375.** Impens, Über Lokalanästhesie (Alypin). Deutsche med. Wochenschrift 1905. S. 1154. — **376.** Jakobsohn, Alypin. Wochenschr. für die Therapie des Auges 1905. Nr. 52. — **377.** von Kraus, Über Alypin. Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 49. — **378.** Koellner, Über die Bedeutung des Alypins für die Augenheilkunde. Berliner klin. Wochenschr. 1905. Nr. 43. — **379.** Lohnstein, Über Alypin in der urologischen Praxis. Deutsche med. Wochenschr. 1906. Nr. 13. — **380.** Neustätter, Über Alypin. Münchener med. Wochenschr. 1905. Nr. 42. S. 2015. — **381.** Neustätter, Über Alypin, einen neuen Kokainersatz in der Augenheilkunde. Münchner med. Wochenschrift 1905. Nr. 42. — **382.** Ohm, Beitrag zur Verwendung des Alypins. Wochenschr. für die Therapie des Auges. — **383.** Ritter, Tod in Lokalnarkose. Med. Klinik 1912. S. 1236. — **384.** Ruprecht, Alypin und Novokain in der Oto-, Rhino- und Laryngologie. Monatsschr. für Ohrenheilkunde 1906. Nr. 6. — **385.** Ruprecht, Haben sich in der Rhino-Laryngologie die Ersatzmittel des Kokains bewährt? Monatsschrift f. Ohrenheilkunde und Laryngo-Rhinologie 1911. H. 2. — **386.** Seeligsohn, Über Alypin. Deutsche med. Wochenschr. 1905. S. 36. — **387.** Seifert, Über Alypin. Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 34. — **388.** von Sicherer, Alypin. Ophthalmologische Klinik 1905. Nr. 16. — **389.** Stotzer, Alypin, ein neues Lokalanästheticum. Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 36. — **390.** Venus, Die Verwendung des Alypins in der kleinen Chirurgie. Wiener klin. Wochenschr. 1906. Nr. 51. — **391.** Zimmermann, Alypin in der Augenheilkunde. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. September 1906.

O. Novokain.

392. Biberfeld, Pharmakologisches über Novokain. Med. Klinik 1905. Nr. 48. — **393**. Braun, Über einige neue örtliche Anästhetica (Stovain, Alypin, Novokain). Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 42. — **394**. Le Brocq, The local anästhetics recommended as substitutes for cocaine. Brit. med. Journ. 1909. S. 783. — **395**. Claus, Vier üble Zufälle, darunter zwei mit tödlichem Ausgange, bei der Punktion der Oberkieferhöhle. Beiträge zur Anatomie usw. des Ohres, der Nase und des Halses, herausgeg. von Passow und Schaffer. 1910. Bd. IV. Heft 1, 2. — **396**. Cramer, Über Alypin, Stovain und Novokain. Diss. Freiburg 1908. — **397**. Danielsen, Poliklinische Erfahrungen mit dem neuen Lokalanästheticum Novokain. Münchener med. Wochenschr. 1905. Nr. 46. — **398**. Gebb, Novokain und seine anästhesierende Wirkung am Auge. Archiv für Augenheilkunde Bd. 55. Heft 1 u. 2. — **399**. Heinecke und Laewen, Experimentelle Untersuchungen und klinische Erfahrungen über die Verwertbarkeit von Novokain für die örtliche Anästhesie. Deutsche Zeitschr. für Chirurgie Bd. 80. S. 180. — **400**. Krecke, Die Ungefährlichkeit des Novokains. Münchner med. Wochenschrift 1910. Nr. 46. S. 2447. — **401**. Läwen, Über die Verwendung des Novokain in Natriumbikarbonat-Kochsalzlösungen zur lokalen Anästhesie. Münchner med. Wochenschr. 1910. Nr. 39. — **402**. Möller, Ein Fall von Novokain-Suprareninbetäubung mit tödlichem Ausgang und seine wissensch. Bewertung. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1910. Bd. 13. Nr. 35. — **403**. Möller, Zum Exitus letalis nach Novokain-Suprareninbetäubung. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1911. Nr. 16. — **404**. Piquand und Dreyfuß, Recherches sur quelques anestésiques locaux. Journ. de physiol. et de pathol. génér. 1910. Nr. 1. — **405**. Reynier, Travail expérimental et clinique sur un nouvel anesthésique local: la novocaine. Bull. de l'acad. de méd. 1907. S. 484. — **406**. Sachse, Novokain, ein neues örtliches Anästheticum. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1905. Nr. 45. — **407**. Schmidt, Über Novokain. Münchener med. Wochenschr. 1905. Nr. 46. — **408**. Struthers, The use of novocain. Brit. med. Journal 1907, 14. Dezember. — **409**. Struthers, The value of novocain as a local anaesthetic for subcutaneous use. Edinb. med. Journ. Februar 1908. — **410**. Tcheremouchkine, Etude pharmakodynamique sur la novocaine. These de Genève. 1907/1908. — **411**. Walter, De quelques nouveaux anesthésiques locaux. Thèse de Paris. 1908/1909.

P. Andere Anästhetica.

412. Benoit, Du gaïacol et de la cocaïne considérés comme anesthésiques locaux. Thèse de Paris 1896. — **413**. Bericht der K. K. Krankenanstalt Rudolphstiftung in Wien 1876. S. 293—296. (Karbolsäure.) — **414**. Bill, Karbolsäure. The americ. Journ. of the med. sciences. Oktober 1870. — **415**. Brandt, Versuche mit Erythrophlaein bei Odontalgie. Therap. Monatshefte. Juni 1888. — **416**. Brick, De l'action calmante de l'antipyrin chez les prostatiques. Semaine méd. 1894. S. 128. — **417**. Buffalini, La peronina, nuovo anestesico locale. Settimana medica 1899. Nr. 27. Refer. in Virchow-Hirschs Jahresber. 1899. I. S. 393. — **418**. Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — **419**. Caspari, Zeitschr. für klin. Med. 1883. S. 537. (Karbolsäure.) — **420**. Championnière, Le gaïacol comme anesthé-

sique local et discussion. Acad. de méd. 23. Juli 1895. La France méd. 1895. Nr. 31. — **421**. Championnière, Emploi du gaïocol pour l'anesthésie locale en remplacement de la cocaïne. Bull. de l'acad. de méd. 1895. Nr. 30. — **422**. Championnière, Emploi du gaïacol pour l'anesthésie locale en remplacement de la cocaïne. Lyon méd. 1895. Nr. 33. — **423**. Championnière, Anesthésie locale par le gaïacol. Anesthésie sans dangers très-satisfaisante pour la chirurgie dentaire. Emploi dans la petite et dans la grande chirurgie. Journ. de méd. et de chir. pratiques. 1895. Heft 17. — **424**. Contant, Contribution à l'étude des anesthésiques locaux et en particulier du gaïacol en injections intracutanées. Thèse de Bordeaux 1896. — **425**. Claiborne, A new local anaesthetic. (Stenocarpin.) New York. med. rec. 30. Juli und 1. Oktober 1887. — **426**. Ephraim, Ungiftige Schleimhautanästhesie. Monatsschr. für Ohrenheilkunde und Laryngo-Rhinologie 1911. Nr. 9. — **427**. Goodmann, Stenocarpin. Med. rec. 30. Juli 1887. — **428**. Graefe, Das Dionin in der Augenheilkunde. Deutsche med. Wochenschr. 1900. Therap. Beil. Nr. 2. — **429**. Guaita, Sopra l'azione anestetica locale della peronina. Ann. di Farmacoterap 1899. Nr. 9, 10. — **430**. Guttmann, Versuche mit Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 13. — **431**. Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. (Siehe daselbst die Literatur über Antipyrin und Antifebrin als Lokalanästhetica.) — **432**. Hirschfeld, Über Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 11. — **433**. Jackson, Observations on the action of stenocarpine, the new local anaesthetic and mydriatic. Amer. med. News 1887. S. 255. — **434**. Kaposi, Das neue Anästheticum. Wiener klin. Wochenschr. 1888. Nr. 9. — **435**. Karewski, Über die praktische Verwendbarkeit der Erythrophlaeinanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 11. — **436**. Knapp, Experiments with stenocarpine. New York med. rec. 1887. S. 180. — **437**. Kocher (Antipyrin-Kokainlösung). Operationslehre 4. Aufl. S. 202. — **438**. Koller, Erythrophlaein. Wiener klin. Wochenschr. 1888. Nr. 6. — **439**. Lewin, Über das Hayagift und das Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschrift 1888. Nr. 9. Virchows Archiv. Bd. 111. S. 575. — **440**. Lewin, Bemerkungen zu Liebreichs Arbeit über Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 9. — **441**. Liebreich, Erythrophlaein. Therapeut. Monatshefte. März 1888. — **442**. Liebreich, Über die Wirkung der N-Cassa-Rinde und des Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 9. Therap. Monatshefte. März 1888. — **443**. Liebreich, Haya und Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 16. — **444**. Lipp, Wirkungen des Erythrophlaein. Wiener klin. Wochenschrift 1888. Nr. 11, 12. — **445**. Loewenhardt, Zur praktischen Verwertung des Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 10. — **446**. Löwy und Müller, Zur Kenntnis der anästhesierenden Wirkung des Yohimbin. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 15. — **447**. Lydston, Antipyrin as a local anaesthetic. Journ. of cutaneous and genitourinary diseases. Mai 1898. — **448**. Magnani, Zur anästhesierenden Wirkung des Yohimbin. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 5. — **449**. Magnani, Un nuovo alcaloide anestetizzante la congiunctiva e la cornea. La clinica moderna 1902. Nr. 35. — **450**. Malot, Des injections sous-cutanées de gaïacol chloroformé comme analgésique local. Thèse de Paris 1897. — **451**. Mays, The physiological action of cocaine and of its analoge Brucin. Therap. gazette. Juni 1885. —

452. Morse, Gleditschine (Stenocarpin). Philadelphia med. and surg. rep. 1887. S. 701. — 453. Müllerheim, Beitrag zur Wirkung der Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — 454. Novy, What is stenocarpine? (Gleditschine). Amer. pharmaz. Rundschau 1887. S. 248. — 455. Oberwarth, Über Yohimbin. Virchows Archiv. Bd. 153. S. 292. — 456. O'Followell, L'anesthésie locale par le gaïacol, le carbonate de gaïacol et le gaïacyl. Thèse de Paris 1897. — 457. Onodi, Versuche mit Erythrophlaein. Med. Zentralbl. 1888. Nr. 12. — 458. Panas, Sur l'action anesthésique locale de la strophantine et de l'ouabaïne. Bull. de l'acad. de méd. de Paris 1890. Nr. 7. — 459. Pierard, Quelques expériences sur l'action physiologique de la peronine. Annales de la société des sciences médicales de Bruxelles 1899, Heft 2. — 460. Pirri, Lancet. 19. September 1867. (Karbolsäure.) — 461. Pousson, Analgésie vésicale par l'antipyrin Journ. de méd. de Bordeaux. 19. Mai 1895. — 462. Rae, The americ. Journ. of the med. sciences 1870. S. 573. (Karbolsäure.) — 463. Reclus, Sur la valeur comparée du gaïacol et de la cocaïne dans l'anesthésie locale. Bull. de l'acad. de méd. 1896. Nr. 20. — 464. von Reuß, Über Erythrophlaein. Internat. klin. Rundschau 1888. Nr. 9. — 465. Richardson (Karbolsäure). Deutsche med. Wochenschr. 1891. S. 1161. — 466. Rommel, Über die anästhesierende Wirkung einiger organischer Herzgifte auf das Auge. Greifswald 1893. — 467. Ruprecht, Bemerkung zu dem Artikel „Ungiftige Schleimhautanästhesie" von A. Ephraim. Monatsschrift f. Ohrenheilkunde und Laryngologie 1911. Nr. 11. — 468. Schöler, Bemerkungen über Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 10. — 469. Seiß, Notes on the use of a five percent solution of brucin. Therap. gaz. 1886. S. 173. — 470. Smith, The med. record 1872. (Karbolsäure.) — 471. Steinach, Eine physiologische Wirkung der Strophantuspräparate. Wiener klin. Wochenschr. 1888. — 472. Tweedy, Erythrophlaeine. Lancet 1888. S. 249. — 473. Vigneron, Analgésie vésicale par l'antipyrin. Annales des maladies des org. génito-urin. 1894. S. 348. — 474. Walser, Mitteilungen des Vereins der Ärzte Steiermarks 1896. Nr. 4. (Karbolsäure.) — 475. van der Weyde, Philad. med. and surg. rec. August 1868. (Karbolsäure.) — 476. Wolffberg, Die Dioninophthalmie und ihre Bedeutung. Therap. Monatshefte. Mai 1900.

IX. Weitere Hilfsmittel der Lokalanästhesie. Suprarenin.

Die neuere Literatur über Suprarenin ist nur soweit berücksichtigt, als sie für die Lokalanästhesie von Interesse ist.

1. Abderhalden und Bergell, Über das Epinephrin (Epirenan). Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 23. — 2. Abderhalden und Müller, Über das Verhalten des Blutdrucks nach intravenöser Einführung von l-, d- und dl-Suprarenin. Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chemie 1908. Bd. 58. S. 185. — 3. Abderhalden und Thies. Weitere Studien über das physiolog. Verhalten von d-, l- und dl-Suprarenin. Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chemie 1909. Bd. 59. S. 22. — 4. Abderhalden und Slavu, Weitere Studien über das physiologische Verhalten von l-, d- und dl-Suprarenin. Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chemie 1909. Bd. 59. S. 129. — 5. Abel, Über den blutdruckerregenden Bestandteil der Nebenniere, das Epinephrin. Zeitschr. für physiol. Chemie 1899. Bd. 28. S. 318. — 6. Aldrich, A preliminary report on the active principle of the suprarenal gland. Americ. Journ. of physio-

logie 1901. S. 457. — 7. Aronheim, Ein Fall von ausgedehnter Phlegmone, verursacht durch subkutane Injektion einer Kokain-Adrenalinlösung bei einem 70jährigen Manne. Münchener med. Wochenschrift 1904. Nr. 14. — 8. Aulhorn, Erfahrungen mit der lokalen Anästhesie in der poliklinischen Praxis. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 35. — 9. Bardier und Frenkel, Compt. rend. soc. biol. 1899. Bd. 51. S. 315. — 10. Barker, On some improvements in the method of local analgesia. The Lancet 1903. 25. Juli. — 11. Barraud, Etude de la vasoconstriction produite par l'application locale de l'extrait aqueux de capsules surrénales. Thèse de Lyon 1896/97. — 12. Batelli, Toxicité de l'adrénaline en injections intra-veineuses. Compt. rend. de la soc. de biol. 15. November 1902. — 13. Batelli et Taramasio, Toxicité de la substance active de capsules surrénales. Compt. rend. de la soc. de biol. 28. Juni 1902. — 14. Bates, The use of extract of suprarenal capsule in the eye. New York med. Journ. 1896. S. 647. — 15. Bates, Suprarenalextract as a hämostatic. New York med. rec. 9. Februar 1901. — 16. Battier et de Nevrezé, De l'emploi de l'extrait de capsules surrénales en stomatologie. Archives de stomatologie. Juli 1902. — 17. Biberfeld, Pharmakologische Eigenschaften eines synthetisch hergestellten Suprarenins und einiger seiner Derivate. Mediz. Klinik 1906. Nr. 45. — 18. Biedl, Vorläufige Mitteilung über die physiologische Wirkung des Nebennierenextrakts. Wiener klin. Wochenschr. 1896. S. 157. — 19. Blum, Über Nebennierendiabetes. Deutsches Archiv für klin. Medizin 1901. Bd. 71. S. 146. — 20. Boruttau, Erfahrungen über die Nebennieren. Pflügers Archiv 1899. Bd. 78. — 21. Bouchard et Claude, Compt. rend. de l'académie des sciences. 16. Dezember 1902. — 22. Braun, Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtlichen und allgemeinen Giftwirkungen lokalanästhesierender Mittel und über die Bedeutung des Adrenalins für die Lokalanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 69. Januar 1903. — 23. Braun, Über die Bedeutung des Adrenalins für die Chirurgie, besonders für die Lokalanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 8. — 24. Braun, Über Adrenalin. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 7. Februar 1903. — 25. Braun, Zur Anwendung des Adrenalins bei anästhesierenden Gewebsinjektionen. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 58. — 26. Braun, Kokain und Adrenalin (Suprarenin). Berliner Klinik 1904. Heft 187. — 27. Braun, Über die Anwendung des Suprarenins. Zentralbl. f. Gynäkologie 1909. Nr. 30. — 28. Braun, Synthetisches Suprarenin. Zentralbl. f. Chir. 1910. Nr. 16. — 29. Brindel, Revue hebdomadaire de laryngologie 1901. Nr. 52. — 30. Brodie and Dixon, Contributions of the physiology of the lungs. Journ. of physiology 1904. Bd. 30. Heft 5, 6. — 31. Brown-Séquard, Recherches expérimentales sur la physiologie et la pathologie des capsules surrénales. Compt. rend. de la soc. de biol. 1856. Bd. 43. S. 422, 542. 1857, Bd. 44. S. 246. 1858, Bd. 45. S. 1036. 1892, Bd. 79. — 32. Bukofzer, Über Adrenalin. Allgem. med. Zentralzeitung 1902. Nr. 44. — 33. Carpenter, Nebennierenextrakt und seine Verwendung in der Zahnheilkunde. Dent. rev. Juni 1901. — 34. Cushny, The action of optical isomers. III. Adrenalin. The Journal of Physiologie 1908. Bd. 37. S. 30. — 35. Cybulski, Über die Funktion der Nebenniere. Wiener med. Wochenschr. 1896. Nr. 6, 7. — 36. Czylhartz und Donath, Ein Beitrag zur Lehre von der

Entgiftung. Zentralbl. für innere Medizin 1900. Nr. 1. — **37**. Darier, Wiener klin. Wochenschr. 1896. Nr. 40. — **38**. Dönitz, Kokainisierung des Rückenmarks unter Verwendung von Adrenalin. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 34. — **39**. Dor, De l'action vasoconstrictive exercée par l'extrait de capsules surrénales sur le conjonctive oculaire. Semaine méd. 1896. Nr. 36. — **40**. Dzierzawsky, Kann die ins Zahnfleisch injizierte Flüssigkeit bis in den Knochen dringen? Noviny lekarskie 1897. Nr. 1. (Referat in Fortsch. der Chir. 1903. S. 397.) — **41**. Enderlen, Adrenalinvergiftung. Verhandl. der deutschen Gesellsch. für Chir. 1903. I. S. 154. — **42**. Esch, Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung des wirksamen Bestandteils der Nebennieren in Verbindung mit Lokalanästheticis. Archiv f. exp. Pathologie und Pharmakologie 1910. Bd. 64. S. 84. — **43**. Exner, Über die durch intraperitoneale Adrenalininjektion veränderte Resorptionsfähigkeit des tierischen Peritoneums. Zeitschr. für Heilkunde 1903. Heft 12. — **44**. Fenwick, Nebennierenextrakt bei Magenblutungen. Brit. med. Journ. 30. November 1901. — **45**. Ferdinands, Adrenalin in der Augenheilkunde. Brit. Journ. 22. März 1902. — **46**. Flächer, Über die Spaltung des synthetischen dl-Suprarenins in seine optisch aktiven Komponenten. Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1908/09. Bd. 58 u. 59. — **47**. Foisy, Nouveau procédé d'anesthésie des tissus enflammés. Presse médicale. 25. März 1903. — **48**. Foisy, Diminution de la toxicité de la cocaine par l'adjonction d'adrénaline. Tribune médicale 12. Dezember 1903. — **49**. von Frisch, Adrenalin in der urologischen Praxis. Wiener klin. Wochenschr. 1902. Nr. 31. — **50**. Fromaget, Wirkung des Nebennierenextrakts auf die Konjunktiva. Annales de la policlin. de Bordeaux 1898. (Zitiert nach Harmer.) — **51**. von Fürth, Zur Kenntnis der brenzkatechinähnlichen Substanzen in den Nebennieren. Zeitschr. für physikal. Chemie 1897. Bd. 24. S. 142. 1898, Bd. 26. S. 15. 1900, Bd. 29. S. 105. — **52**. von Fürth, Deutsche med. Wochenschrift 23. Oktober 1902. — **53**. von Fürth, Über Suprarenin. Zeitschr. für angewandte Chemie 1903. S. 372. — **54**. Gangitano, Analgesia cocaina-adrenalinica in chirurgia generale. Reforma medica 1903. Nr. 36. — **55**. Gerhardt, Über die Wirkung der blutdrucksteigernden Substanz der Nebennieren. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. 1900. Bd. 44. S. 161. — **56**. Gottlieb, Wirkung der Nebennierenextrakte auf Herz und Blutdruck. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. 1896. Bd. 38. — **57**. Green, Verwendung des Adrenalins in der Augen-, Nasen- und Ohrenpraxis. Brit. med. Journ. 10. Mai 1902. — **58**. Grünbaum, Suprarenal extract as a haemostatic. Brit. med. Journ. 3. November 1900. — **59**. Guarnieri et Zuco, Recherches expérimentales sur l'action toxique de l'extrait aqueux des capsules surrénales. Arch. ital. de la biol. 1888. Bd. 10. — **60**. Harmer, Wiener klin. Wochenschr. 1901. Nr. 19. — **61**. Hartwig, Über den Gebrauch der Gelatinelösung in Kombination mit Anästheticis; lokale Anästhesie in der Zahnheilkunde. Wiener zahnärztl. Monatsschr. Bd. 3. Nr. 6. — **62**. Hedboom, Hygiea 1896. (Zitiert nach Hultgren und Anderson.) — **63**. Hecht, Suprarenin. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 5. — **64**. Hildebrandt, Anwendung des Adrenalins in der chirurgischen Praxis. Berliner klin. Wochenschr. 1905. Nr. 1. — **65**. Hildebrandt, Über die neueren Methoden der Lokalanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1905.

Nr. 18. — 66. Hoffmann, Über Erfahrungen bei der Verwendung synthetischen Suprarenins in der Lokalanästhesie. Münchner med. Wochenschr. 1907. S. 1981. — 67. Honigmann, Adrenalin und Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 25. — 68. Hultgren und Anderson, Studien zur Physiologie und Anatomie der Nebennieren. Skand. Archiv für Physiol. Bd. 9. S. 73. Separatabdruck Leipzig 1899. — 69. Jakoby, Zeitschr. für physiol. Chemie 1900. Bd. 30. S. 135. — 70. Josué, Athérome aortique expérimental par injections repétées d'adrénaline dans les veines. Compt. rend. de la soc. de biol. 14. November 1903. — 71. Kirchheim, Über Wirkung und Dosierung des Adrenalins bei subkutanen Injektionen. Münchner med. Wochenschrift 1910. S. 2694. — 72. Kirchner, Über Adrenalin. Ophthalmol. Klinik 1902. Nr. 12. — 73. Klapp, Über parenchymatöse Resorption. Archiv für experimentelle Pathol. und Pharmakol. Bd. 47. S. 86. — 74. Klapp, Über Bauchfellresorption. Mitteilungen aus den Grenzgeb. der Med. und Chir. Bd. 10. Heft 1, 2. — 75. Klapp, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wirkung der Nebennierenpräparate. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 71. S. 187. — 76. Klapp, Experimentelle Studien zur Lumbalanästhesie. Verhandl. der deutschen Gesellsch. für Chir. 1904. 1. S. 260. — 77. Kleine, Über Entgiftung im Tierkörper. Zeitschr. für Hygiene 1901. Bd. 36. — 78. Kobert, Über die Beeinflussung der peripheren Gefäße durch pharmakologische Agentien. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. Bd. 22. S. 77. — 79. Königstein, Die Anwendung des Extractum suprarenale als Hämostaticum. Wiener med. Presse 1898. Bd. 38. Nr. 27. — 80. Kohlhardt, Über Entgiftung des Kokains im Tierkörper. Verhandl. des deutschen Chirurgenkongr. 1901. S. 644. — 81. von Kossa, Die Resorption der Gifte an abgekühlten Körperstellen. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. Bd. 36. S. 120. — 82. Kummer, De l'anesthésie locale par cocaine. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — 83. Laewen, Quantitative Untersuchungen über die Gefäßwirkung von Suprarenin. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. 1904. Bd. 51. S. 415. — 84. Laewen, Experimentelle Untersuchungen über die Gefäßwirkung von Suprarenin in Verbindung mit örtlich anästhesierenden Mitteln. Deutsche Zeitschr. für Chir. 1904. Bd. 74. S. 163. — 85. Landoldt, Zentralbl. für Augenheilkunde, November 1899. — 86. Langley, Observations on the physiological action of extracts of the suprenal bodies. Journ. of physiol. 1901/02. Bd. 27. S. 237. — 87. Langlois, Les capsules surrénales. Paris 1897. — 88. Lanz, Adrenalin und Heilkunde. Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1904. Nr. 24. — 89. Lehmann, Über Adrenalin. Münchener med. Wochenschr. 1902. Nr. 49. — 90. Lermoyez, Un grand médicament de l'avenir, l'adrenaline. La presse méd. 1902. Nr. 37. — 91. Lermitte, Suprarenal gland extract as a haemostaticum. Brit. med. Journ. 25. Februar 1899. — 92. Lewandowski, Wirkung des Nebennierenextrakts auf die glatten Muskeln der Haut. Zentralbl. für Physiol. 1900. Bd. 14. S. 433. — 93. Lewin, Über das Epinephrin. Fortschritte der Medizin 1905. Nr. 1. — 94. Lichtwitz, Archives internat. de laryngologie 1900. Nr. 2. — 95. Liebl, Über Lokalanästhesie mit Novokain-Suprarenin. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 5. — 96. Liebl, Zur Frage gebrauchsfertiger, suprareninhaltiger Lösungen in der Lokal- und Lumbalanästhesie. Beiträge zur klin. Chir. Bd. 52. Heft 1. — 97. Loeper, Compt. rend. de la

soc. de biol. 14. 21. November 1903. — **98.** Mackenzie, Suprarenal gland extract in the epistaxis of haemophilie. Brit. med. Journ. 27. April 1901. — **99.** Maurange, De l'emploi de l'extrait aqueux de capsules surrénales en ophthalmologie. Gazette méd. de Paris 1897. Nr. 75. — **100.** Meyer und Gottlieb, Die experimentelle Pharmakologie. Berlin und Wien 1911. (Abschnitt: Adrenalin. S. 253.) — **101.** Meyer und Loewi, Archiv f. exp. Pathol. und Pharmak. 1905. Bd. 53. S. 213. — **102.** Minter, Adrenalin and cocain. Med. news 1902. — **103.** Möller, Nebennierenextrakt in der Zahnheilkunde. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1902. Heft 9. — **104.** Moore, Journ. of physiol. 1895, Bd. 17. 1897, Bd. 21. — **105.** Moore und Purinton, Über den Einfluß minimaler Mengen des Nebennierenextrakts auf den arteriellen Blutdruck. Pflügers Archiv 1900. Bd. 81. — **106.** Moure und Brindel, Adrenalin in der Oto-, Rhino- und Laryngologie. Revue hebdomad. de laryngol. 1901. Nr. 52. — **107.** Müller, Über künstliche Blutleere. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 5, 6, 13. — **108.** Müller, Anämisierung und Lokalanästhesie. Zentralbl. für Gynäkol. 1905. Nr. 2. — **109.** Neu, Zur Frage der reinen Verwendung von Nebennierenpräparaten. Zentralbl. f. Gynäk. 1909. S. 1047. — **110.** Neugebauer, Eine Gefahr des Adrenalins. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 51. — **111.** Neusser, Erkrankungen der Nebennieren. Spezielle Pathol. und Therapie von Nothnagel. Wien 1897. Bd. 7. — **112.** N. N. Warnung vor Adrenalin. Zentralbl. f. Gynäk. 1909. S. 867. — **113.** Nyström, Über lokale und regionäre Anästhesie mit Kokain und Kokain-Adrenalin. Allmänna svenska Läkartidningen 1905. Nr. 33—35. — **114.** Olivier und Schäfer, The physiological effects of extracts of the suprarenal capsules. Journ. of physiol. 1895. Bd. 18. Nr. 3. — **115.** Orgler, Zur Physiologie der Nebennieren. (Sorgfältige Literatursammlung.) Diss. Berlin 1898. — **116.** Pal, Semaine médicale 1901. Nr. 44. S. 381. — **117.** Peiser, Über Anwendung der Kokain-Adrenalinanästhesie bei größeren chirurgischen Operationen. Straßburger med. Zeitung 1905. Heft 1. — **118.** Pellacani, Arch. per le science med. 1879. (Zitiert nach Hultgren und Anderson.) — **119.** Peters, Über die schmerstillende Wirkung des Nebennierenextrakts. Lancet 2. März 1901. — **120.** Peters, Brit. med. Journ. of dental science. März 1902. — **121.** Peters, Zur Anwendung des Adrenalins und ähnlicher Nebennierenpräparate in der Gynäkologie. Der Frauenarzt 1904. Heft 1, 2. — **122.** Pick, Archiv für Gynäkol. Bd. 64. Heft 3. — **123.** Radzieh, Nebennierenextrakt in der Rhino-Laryngologie. Therapie der Gegenwart 1902. Nr. 5. — **124.** Recke, Vergleichende experimentelle Untersuchungen lokalanästhesierender Mittel. Diss. Leipzig 1903. — **125.** Rhodes und Scott, Zwei Fälle von Blutung, die durch Nebennierenextrakt geheilt wurden. St. Barthol. Hosp. Journ., November 1901. — **126.** Riballier, L'anesthésie locale des tissus inflammés par injection de cocaine-adrénaline. Thèse, Paris 1904. — **127.** Rode, Das Adrenalin in der Rhino-Laryngologie. Wiener klin. Rundschau 1902. Nr. 33, 34. — **128.** Rosenberg, Nebennierenextrakt in der Rhino-Laryngologie. Berliner klin. Wochenschr. 1902. Nr. 26. — **129.** Salecker, Erfahrungen über die Verwendung von Nebennierensubstanzen zu örtlicher Analgesierung. Deutsche militärärztl. Zeitschr. 1904. Heft 11. — **130.** Samberger, Wirkung des Nebennierenextrakts auf Hunde. Wiener med. Wochenschr. 1902. Nr. 29. — **131.** Sassetzky, Über den Einfluß erhöhter

und herabgesetzter Temperaturen auf die Resorption an der Stelle einer subkutanen Injektion. St. Petersburger med. Wochenschr. 1880. Nr. 15, 19. — **132.** Schäfer, On certain practical application of extract of suprarenal medulla. Brit. med. Journ. 27. April 1901. — **133.** Schoff, Über kombinierte Wirkung anästhesierender Mittel. Russki Wratsch 1910. Nr. 10. Referat in Zentralbl. f. Chir. 1910. S. 753. — **134.** Schücking, Hochgradige Hautverfärbung nach Injektion von Nebennierenextrakt. Münchener med. Wochenschrift 1904. Nr. 5. — **135.** Sikemeier, Erfahrungen über Adrenalin- und Kokain-Adrenalinanästhesie. Archiv für klin. Chirurg. Bd. 78. Heft 2. — **136.** Simon, Erfahrungen mit Lokalanästhesie durch Eukain und Eukain-Adrenalin. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 51. — **137.** Singer, Die Nebennieren und ihr wirksames Prinzip. Therap. Monatshefte 1902. Nr. 1, 2. — **138.** Skarp, Anwendung des Nebennierenextrakts in der rhino-laryngologischen Praxis. New York med. Journ. 12. August 1899. — **139.** Stoll, Über den Wert der Kombination der Lokalanästhesie mit Nebennierenpräparaten. Med. Klinik 1909. S. 136. — **140.** Stolz, Kokain-Adrenalinanästhesie in der Chirurgie. Unterelsäss. Ärzteverein. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 22. — **141.** Strehl und Weiß, Beiträge zur Physiologie der Nebennieren. Pflügers Archiv 1901. Bd. 86. S. 107. — **142.** Swain, Internat. Zentralbl. für Laryngol. 1899. — **143.** Szymonowicz, Die Funktion der Nebennieren. Pflügers Archiv 1896. Bd. 44. — **144.** Takamine, Adrenalin. The therapeutic gazette. 15. April 1901. — **145.** Thies, Erfahrungen bei Verwendung des Adrenalins zur Unterstützung der lokalen Anästhesie. Diss. Leipzig 1903. — **146.** Thies, Wird die Giftigkeit des Kokains durch Kombination mit Adrenalin herabgesetzt? Deutsche Zeitschr. für Chir. 1904. Bd. 74. S. 434. — **147.** Thomas, Suprarenalextract as a haemostatic. Brit. med. Journ. 23. November 1900. — **148.** Tinker, Bloodless Perineal Prostatektomy under Local Anaestesia. Journ. of amer. medical Association. 1. Febr. 1905. — **149.** Velich, Über die Einwirkung des Nebennierensaftes auf den Blutkreislauf. Wiener med. Blätter 1896. Nr. 15—21. — **150.** Velich, Über die Einwirkung der örtlichen Applikation des Nebennierenextrakts auf die Blutgefäße der Haut des Menschen. Wiener med. Blätter 1897. Nr. 45. — **151.** Vulpian, Note sur quelques réactions propres à la substance des capsules surrénales. Compt. rend. de l'academ. de Paris 1856. Bd. 43. S. 633. — **152.** Weyrich, Die blutdrucksteigernde Substanz der Nebennieren, das Suprarenin. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Kassel 1903. — **153.** Wiener, Die Extraktion periostitischer Zähne unter gefahrloser, totaler Lokalanästhesie. Schweiz. Vierteljahrsschr. für Zahnärzte 1896. Nr. 4. — **154.** Wölfler, Über den Einfluß der Esmarchschen Blutleere auf die Resorption flüssiger Stoffe. Langenbecks Archiv. Bd. 27. — **155.** Zuelzer, Berliner klin. Wochenschr. 1901. Nr. 48.

X. Oberflächenanästhesierung. Kokainkataphorese.

1. Albrecht, Neue Versuche zur lokalen Anästhesierung des Trommelfells. Archiv f. Ohrenheilkunde 1911. Bd. 85. S. 198. — **2.** Corning, The painless production of local anaesthesia. New York med. Journ. 1886. S. 518. — **3.** Dorn, Die Elektrizität und ihre Verwendung in der Zahnheilkunde. Leipzig 1898. — **4.** Gonka, Über Anästhesierung der Haut durch elek-

trische Ströme. Przeglad lekarski 1899. Nr. 40—42. — 5. Harries, Cataphoric medication and cocaine as a local anaesthetic. Lancet 25. Oktober 1890. S. 869. — 6. Herzog, Über die Wirkung des Kokains auf die Haut. Münchener med. Wochenschr. 1886. S. 232. — 7. Karfunkel, Über Kataphorese. Archiv für Dermatologie und Syphilis 1898. — 8. Lorenz, Wiener klin. Wochenschr. 1889. Nr. 9. — 9. Peterson, Electric cataphoresis as a therapeutic measure. New York med. Journ. 1889. S. 449. — 10. Peterson, A further study of anodal diffusion as a therapeutic agent. New York med. Rec., 31. Januar 1891. — 11. Remak, Eulenburgs Realenzyklopädie. Artikel „Elektrotherapie". — 12. Reynolds, Kokainkataphorese. Journ. of the amer. med. association 1887. Bd. 9. Nr. 5. — 13. Störk, Über Kokainanästhesie. Wiener med. Wochenschrift 1896. Nr. 46. — 14. Wagner, Eine Methode, Hautanästhesie durch Kokain zu erzeugen. Wiener med. Blätter 1886. Nr. 6.

XI. Infiltrationsanästhesie und Leitungsanästhesie.

1 Ärztlicher Verein in München, Diskussion über die Lokal- 2. Albers, Kokainanästhesie bei größeren chirurgischen Operationen. Deutsche militärärztl. Zeitschr. 1889. Nr. 11. — 3. Arendt, Weitere Beiträge über regionäre Kokainanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1898. Nr. 15. — 4. Auber, La cocaine en chirurgie. Thèse, Paris 1892. — 5. Baradulin, Über Lokalanästhesie. Praktischewski Wratsch 1910. Nr. 17—19. Referat: Zentralbl. f. Chir. 1910. S. 1058. — 6. Barker, On local infiltration analgesia. The Lancet, 4. Februar 1899. — 7. Barker, A note of some further experience of operations under local analgesia produced with eucaine. The Lancet, 20. Januar 1900. — 8. Bauer, Erfarnheten med Schleichs Infiltrationsanaesthesi. Hygiea LX. 1. S. 46. — 9. Baumgarten, Das Schleichsche Verfahren bei Operationen der Septumverbiegungen und Leisten. Archiv für Laryngol. und Rhinolog. 1899. Bd. 9. Heft 3. — 10. Beck, Erfahrungen aus der ärztlichen Praxis mit der Novokain-Lokalanästhesie. Diss. Erlangen 1907. — 11. Berndt, Über die Anwendung der regionären Anästhesie bei größeren Operationen an den Extremitäten. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 27. — 12. Biberfeld, Über die Druckverhältnisse in der Schleichschen Quaddel. Archives internat. de pharm. et de thérap. 1900. Bd. 6. Heft 5 u. 6. — 13. Bodine, The radical cure of inguinal hernia with local anaesthesia. New York med. rec. 14. Februar 1903. — 14. Braatz, Zur Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1895. Nr. 26. — 15. Braatz, Allgemeinanästhesie und Lokalanästhesie. Berliner Klinik 1897. Heft 103. — 16. Braun, Über Infiltrationsanästhesie und regionäre Kokainanästhesie. anästhesie. Münchner med. Wochenschrift 1911. Nr. 4. S. 225. — Zentralbl. für Chir. 1897. Nr. 17. — 17. Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chir. 1898. Bd. 57. Heft 2. — 18. Braun, Über Infiltrationsanästhesie und regionäre Anästhesie. v. Volkmannsche Vorträge Nr. 228. Leipzig 1898. — 19. Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Leitungsanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 71. Heft 1. — 20. Briegleb, Für Schleich! Zeitschr. für prakt. Ärzte 1897. Nr. 9. — 21. Briegleb, Die Schleichsche Infiltrationsanästhesie und der praktische Arzt. Therapeut. Monatsh. 1897. Heft 12. — 22. Briegleb, Über Schleichs Infiltrations-

anästhesie. Der Kinderarzt. Leipzig 1898. — **23.** Briegleb, Schleich oder Oberst? Kritische Bemerkungen zur regionären bzw. Infiltrationsanästhesie. Zeitschr. für prakt. Ärzte 1898. Nr. 7. — **24.** Buy, De l'anesthésie locale dans ses applications à l'armée. Arch. de méd. et de pharm. militaires, Oktober 1908. Referat: Zentralbl. f. Chirurgie 1909. S. 46. — **25.** Ceci, Kokainanästhesie. 11. ital. Chirurgenkongreß. Rom 1896. Refer. im Zentralbl. für Chir. 1896. S. 1171. — **26.** Ceci, De l'anesthésie locale par la cocaïne combinée avec l'action générale de la morphine. La semaine méd. 1899. Nr. 6. — **27.** Chaput, L'anesthésie locale et les grandes opérations. Presse méd. 1910. S. 265. — **28.** Clark, Local anaesthesia. Calif. State Journ. of med. 1909. S. 256. — **29.** Clarke, Observations on cocaine anaesthesia. The Lancet, 18. Januar 1896. — **30.** Connel, Local anaesthesia. Annals of surgery, Dezember 1903. — **31.** Corning, On the prolongation of the anaesthetic effects of the hydrochlorate of cocaine when subcutanously injected. New York med. Journ. 1885. II. S. 317. — **32.** Cossmann, Über Lokalanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 51. — **33.** Crile, An experimental and clinical research into cocain and eucain. Journ. of the amer. med. associat., Februar 1902. — **34.** Cushing, The employment of local anaesthesia in the radical cure of certain cases of hernia with a note upon the nervous anatomy of inguinal region. Annals of the surgery, Januar 1900 und John Hopkins Hospital bull., März 1900. — **35.** Custer, Infiltrationsanästhesie. Korrespondenzbl. für die Schweiz. Ärzte 1897. Nr. 13 u. 14. — **36.** Custer, Kokain- und Infiltrationsanästhesie. Basel 1898. — **37.** Custer, Die Verwendbarkeit des Tropakokains in der Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 32. — **38.** Dipper, Über Schleichs Infiltrationsmethode. Deutsche med. Wochenschr. 1896. Nr. 50. — **39.** Engzelius, Report of 53 cases of anesthesia by the Schleich method. New York med. rec. Juni 1898. — **40.** Fillion, De la cocaine dans les interventions chirurgicales. Thèse de Paris 1895. — **41.** Freudenberg, Schleichs Anästhesierungsmethode für chirurgische Zwecke. Frauenarzt 1898. Heft 2. — **42.** von Friedländer, Erfahrungen über die Lokalanästhesie nach Schleich. Wiener klin. Wochenschr. 1900. Nr. 50. — **43.** Frohmann, Über Schleichsche Anästhesie bei Zahnextraktionen. Therap. Monatshefte 1896. Nr. 5. — **44.** Gabryszewski, Über den Wert des Kokains in der Chirurgie. Przeglad lekarski 1894. Nr. 2—5. Refer. im Zentralbl. für Chir. 1894. S. 1173. — **45.** Gerhardi, Zur Infiltrationsanästhesie nach Schleich. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 6. — **46.** Gerhardi, Zur regionären Anästhesie nach Oberst. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 39. — **47.** Gessner, Nerve blocking to prevent amputation shok. Amer. journ. of surgery, Dezember 1905. — **48.** Gottlieb, Lokale Anästhesie nach Schleich. Chirurgia. Bd. 2. Heft 11. — **49.** Gottstein, Die Verwendung der Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1896. Nr. 41. — **50.** Gottstein, Erfahrungen über Lokalanästhesie an der Breslauer chirurgischen Klinik. Verhandlungen des Chirurgenkongreß 1898 und v. Langenbecks Archiv 1898. Bd. 57. Heft 2. — **51.** Hackenbruch, Über lokale Analgesie bei Operationen. Verhandlungen des Chirurgenkongreß 1898 und v. Langenbecks Archiv 1898. Bd. 87. Heft 2. — **52.** Hackenbruch, Örtliche Schmerzlosigkeit bei Operationen. Erfahrungen über Anwendung der lokalen Analgesie bei 250 Operationen. Wiesbaden 1897. —

53. Heidenhain, Trepanation unter Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1904. Nr. 9. — 54. Heimann, Ein Beitrag zur regionären Kokainanästhesie. Zentralblatt für Chir. 1899. Nr. 1. — 55. Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. Heft 3. — 56. Hermann, Über Lokalanästhesie und die Grenzen ihrer Anwendung. Wiener klin. Wochenschr. 1898. Nr. 50. — 57. Herzen, Die Anwendung der regionären Anästhesie bei großen Operationen. Verhandlungen der Gesellsch. russ. Ärzte in Moskau 1902. Refer. im Zentralbl. für Chir. 1902. — 58. Hölscher, Beitrag zur regionären Anästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 8. — 59. Hofmeister, Zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Bruns Beiträge zur klin. Chir. Bd. 15. Heft 2. — 60. Honigmann, Zur Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1897. Nr. 51. — 61. van Hook, The valour of infiltrationsanaesthesie. Boston med. Journ. Oktober 1895. — 62. Kapelusch, Zur Kokainanalgesie. Wiener med. Wochenschr. 1902. Nr. 12 u. 13. — 63. Kendirdjy, L'anesthésie chirurgicale par la cocaïne. Thèse de Paris 1902. — 64. Klamann, Zur lokalen Anästhesie. Monatsschr. für Unfallheilk. 1895. Nr. 4. — 65. Kleinhaus, Über die Verwendung der Schleichschen Infiltrationsanästhesie bei gynäkologischen Operationen. Monatsschr. für Geburtshilfe und Gynäkol. 1898. Heft 6. — 66. Kofmann, Blutleere als Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1898. Nr. 40. 1899. Nr. 7. — 67. Kolaczek, Zur Narkosenfrage (Infiltrationsanästhesie bei Bauchoperationen). Deutsche med. Wochenschr. 1896. S. 179. — 68. Korsch, Über Infiltrationsanästhesie. Deutsche militärärztl. Zeitschr. 1896. Heft 3. — 69. Krecke, Zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 42. — 70. Krogius, Zur Frage der Kokainanalgesie. Zentralbl. für Chir. 1894. Nr. 11. — 71. Krogius, Zur Geschichte der sogenannten regionären Kokainanästhesie. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 70. S. 214. — 72. Krymow, Einige Bemerkungen zur Frage der lokalen Kokainanästhesie. Russki Wratsch 1903. Nr. 33. — 73. Kummer, De l'anesthésie locale par cocaine. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — 74. Lachmund, Über lokale und regionäre Anästhesie. Diss. München 1901. — 75. Legrand, Nouvelle aiguille pour l'anesthésie locale des surfaces courbes et en particulier, de la region anale. Bull. général de thérapeutique, 8. November 1897. — 76. Legrand, L'anesthésie locale en chirurgie. XIII. Congrès international de méd. Gaz. des hôp. 1900. Nr. 94. — 77. Legrand, L'anesthésie locale en chirurgie générale. Paris 1900. — 78. Lennander, Über die Sensibilität der Bauchhöhle und über lokale und allgemeine Anästhesie bei Bauch- und Bruchoperationen. Zentralbl. für Chirurgie 1901. Nr. 8. — 79. Lennander, Beobachtungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Mediz. und Chir. 1902. Bd. 10. Heft 1, 2. — 80. Lennander, Weitere Beobachtungen über Sensibilität in Organ und Gewebe. Deutsche Zeitschr. für Chir. 1904. Bd. 73. S. 297. — 81. Liebl, Über Lokalanästhesie mit Novokain-Suprarenin. Münchner med. Wochenschrift 1906. S. 200. — 82. van Lier, Regionäre Anästhesie. Nederl. Tydschr. v. Geneeskd. 1903. I. S. 507. — 83. Link, Über Anästhesie durch künstliches Ödem. Diss. Würzburg 1897. — 84. Lund, Recent advances in the methods of local anesthesia. Med. and surg. reports of the Boston City Hospital 1896. — 85. Manz, Über regionäre Kokainanästhesie. Zentralblatt für Chir. 1898. Nr. 7. — 86. Matas, The growing importance

and value of local and regional anaesthesia in minor and major surgery. Transactions Louisiana State med. soc. 1900. S. 329. — **87.** Matas, Local and regional anaesthesia with cocain and other analgesic drugs, including the subarachnoid method, as applied in general surgical practice. The Philadelphia med. journ. 3. November 1900. — **88.** Matas, Massive Infiltration anesthesia with weak analgesic solutions. (Modified Schleich method.) Amer. med. 28. Dezember 1901. — **89.** Mehler, Über Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1896. Nr. 45 u. 46. — **90.** Mikulicz, Methoden der Schmerzbetäubung. Verhandlungen der deutschen Gesellsch. für Chir. 1901. II. S. 563. — **91.** Moszkowicz, Ein Apparat für Schleichsche Infiltrationsanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 19. — **92.** Niedzielski, Zur Lokalanästhesie nach Schleich. Kronika lekarska 1900. Nr. 7. — **93.** Noack, Erfahrungen über die Schleichsche Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 6. — **94.** von Oettingen, Anästhesierung nach Oberst. Zeitschr. für ärztl. Fortbildung 1904. Nr. 19. — **95.** Ostwalt, Über tiefe Alkohol-Kokain- oder Alkohol-Stovain-Injektionen bei Trigeminus- und anderen Neuralgien. Berliner klin. Wochenschr. 1906. Nr. 1. — **96.** Parvin, Schleichs local anesthesia in surgery. Med. and. surg. rep. 1896. Nr. 6. — **97.** Prior, Om Kokain og dets anvendelse i kirurgien som lokalt anastetikum. Ugeskrift for Läger 1903. S. 49. Copenhagen. — **98.** Reclus et Wall, Sur la cocaïne en chirurgie. Revue de chir. 16. Februar 1889. — **99.** Reclus, De l'anestésie locale par la cocaïne. Gaz. hebd. 1890. Nr. 13. S. 246. — **100.** Reclus, L'anesthésie par la cocaïne. Gaz. des hôp. 1891. Nr. 15. S. 132. — **101.** Reclus, De l'analgésie par la cocaïne en chirurgie courante. La semaine méd. 1893. Nr. 5. — **102.** Reclus, Les indications de la cocaïne. Semaine méd. 1893. Nr. 55. S. 434. — **103.** Reclus, De l'anesthésie locale au moyen de cocaïne. La semaine méd. 1896. Nr. 26. — **104.** Reclus, Cocainisation. Bull. et mém. de la soc. de Chir. 1903. Nr. 13. — **105.** Reclus, De l'analgésie localisée par la cocaïne. Incision du panaris; discussion. Bull. de l'acad. de méd. 1903. Nr. 6. — **106.** Reclus, La cocaïne en chirurgie. Paris 1895. — **107.** Reclus, L'anesthésie localisée par la cocaïne. Paris 1903. (Neue, verbesserte Aufl. des vorigen.) — **108.** Reichborn-Kjennerud, La narcose et l'anesthésie. Bull. gén. de thérap. 1899. 2. u. 4. — **109.** Reichold, Zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 42. — **110.** Reinmöller, Lokalanästhesie. Münchener med. Wochenschrift 1908. Nr. 6. (Rostocker Ärzteverein.) — **111.** Ried, Zur Infiltrationsanästhesie. Beiträge zur klin. Chir. 1897. Bd. 19. Heft 3. — **112.** Riedel, Technik der Kropfoperationen. Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 22. — **113.** Römer, Infiltrationsanästhesie. Weekbl. v. h. Nederl. Tydschr. v. Geneesk. 1896. II. S. 858. — **114.** Romme, Lokalanästhesie. Presse méd. 29. Dezember 1897. — **115.** Rothmann, Die Technik der lokalen Anästhesie in der kleinen Chirurgie für den praktischen Arzt. Münchner med. Wochenschrift 1910. Nr. 28. — **116.** Rubinstein, Über lokale Anästhesie, insbesondere größerer Gelenke. Verhandlungen des 27. Chirurgenkongr. 1898. — **117.** Ruge, Versuche mit der Schleichschen Lokalanästhesie und dem Schleichschen Narkosengemisch. Charité-Annalen 1896. — **118.** Scharff, Über die Verwendbarkeit der Schleichschen Infiltrationsanästhesie in der Praxis der Dermatologen. Monatshefte für prakt. Dermatolog. 1895. Bd. 19. Nr. 3. —

119. Schlatter, Über Lokalanästhesie. Korrespondenzbl. f. Schweiz. Ärzte 1896. Nr. 10. — **120.** Schleich, Die kombinierte Äther-Kokainanästhesie. Deutsche Med.-Ztg. 1891. Nr. 44. — **121.** Schleich, Über drei Laparotomien ohne Chloroformnarkose unter Anwendung der lokalen kombinierten Äther-Kokainanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1891. Nr. 35. — **122.** Schleich, Über lokale Anästhesie. Verhandlungen der Berliner med. Gesellsch. Berliner klin. Wochenschr. 1891. Nr. 51. S. 1202. — **123.** Schleich, Die Infiltrationsanästhesie und ihr Verhältnis zur allgemeinen Narkose. Deutscher Chirurgenkongreß 1892. I. S. 121. — **124.** Schleich, Schmerzlose Operationen. Berlin 1894 (4. Aufl. 1899). — **125.** Schleich, Über die therapeutische Verwendung anästhesierender Flüssigkeiten. Hufeland Gesellschaft. Berliner klin. Wochenschr. 1896. Nr. 19. — **126.** Schleich, Lokalanästhesie und Narkose. Berliner klin. Wochenschr. 1900. Nr. 13. — **127.** Schleich, Über Lokalanästhesie. Deutsche Klinik im 19. Jahrhundert. 1901. — **128.** Schmitt, Bauchoperationen ohne Narkose. Münchener med. Wochenschr. 1901. Nr. 30. — **129.** Schmitt, Über Operationen unter Kokainanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1896. Nr. 24. — **130.** Schou, Infiltrationsanaesthesi ad modum Schleich. Ugeskrift for Läger. Kopenhagen 1897. Nr. 5. — **131.** Sellheim, Herabsetzung der Empfindlichkeit der Bauchdecken und des Peritoneum perietale durch perineurale Injektion anästhesierender Lösungen an die Stämme des N. N. intercostales, subcostales, des N. ileo-hypogastricus und ileo-inguinalis. Verhandlungen des 9. deutsch. Gynäkologenkongr. 1906. — **132.** Simonson und Cohn, Die Bedeutung der Schleichschen Infiltrationsanästhesie für den praktischen Arzt. Berliner klin. Wochenschr. 1897. Nr. 30. — **133.** Schley, Localanästhesia in major surgery. New York med. Record 19. XII. 1908. S. 1037. — **134.** Spiegel, Eine selbstwirkende Injektionsspritze. Wiener klin. Wochenschr. 1902. Nr. 13. — **135.** Spisharny, Über lokale Anaesthesie. Wratsch 1909. Nr. 9. (Refer. Zentralbl. f. Chir. 1909. S. 688.) — **136.** Steinthal, Die lokale Anästhesie. Med. Korrespondenzbl. 1896. Bd. 66. Nr. 34. — **137.** Stone, Anaesthesia by the Schleich method. New York med. rec., Februar 1898. Bd. 53. Nr. 6. S. 214. — **138.** Strauß, Eine neue automatische Spritze für Infiltrationsanästhesie und andere Zwecke. Deutsche med. Wochenschrift 1903. Nr. 7. — **139.** Struthers, Lokalanästhesia. The Lancet 1909, 13. Febr. S. 468. — **140.** Sudeck, Über Lokalanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1898. Nr. 8. — **141.** Terret, Cocain and eucain in local anaesthesia as applied by the combined infiltration and regional methods in major surgery of the extremities, with illustrated cases. New Orleans med. and surg. journ. 1901. — **142.** Trzebicky, Über Schleichsche Infiltrationsanästhesie. Wiener med. Wochenschr. 1899. Nr. 13. — **143.** Watson, Local anaesthesia in general surgery. New York and Philad. med. Journ. 19. XI. 1910. — **144.** Westermark, Ein Beitrag zur Frage der Lokalanästhesie bei komplizierten Bauchoperationen. Hygiea 1899. Bd. 61. Heft 6. S. 667. — **145.** Wikerhauser, Operationen mit Schleichscher Analgesie. Liecnicki viestnik 1899. Nr. 8. (Kroatisch.) Refer. im Zentralblatt für Chir. 1899. Nr. 42. — **146.** Wittkowski, Über Schleichsche Infiltrationsanästhie. Ärztl. Monatsschr. 1898. Nr. 1. — **147.** Wohlgemuth, Über den gegenwärtigen Stand der lokalen Anästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1898. Nr. 44. — **148.** Wullenweber, Schraubendruckspritze. Deutsche med. Wochenschr. 1897. Nr. 49. —

149. Young, Localanaesthesia in traumatic surgery. Americ. Journ. of surgery. Bd. 26. Nr. 2. — 150. Zawadzki, Zweckmäßige und billige Spritze zur Injektion von Schleichscher und physiologischer Kochsalzlösung. Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 35.

XII. Die Venenanästhesie.

1. Bier, Über einen neuen Weg, Lokalanästhesie an den Gliedmaßen zu erzeugen. Deutscher Chirurgenkongreß 1908. II. S. 204. Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. 86. Heft 4. — 2. Bier, Über Venenanästhesie. Berliner klin. Wochenschrift 1909. Nr. 11. — 3. Brüning, Beitrag zur Venenanästhesie. Zentralbl. f. Chir. 1911. Nr. 6. S. 185. — 4. Goldberg, Einige Beobachtungen über die Wirkung der Lokalanästhesie nach Bier an den Extremitäten. Russki Wratsch 1908. Nr. 38. Referat: Münchner med. Wochenschr. 1909. S. 874 und Zentralbl. f. Chirurgie 1909 S. 1800. — 5. Härtel, Die Technik der Venenanästhesie. Wiener med. Wochenschrift 1909. Nr. 35. — 6. Hitzrot, Intravenous localanästhesia. Annals of surgery. Oktober 1909. — 7. Jerusalem, Über Venenanästhesie. Wiener klin. Wochenschr. 1909. S. 1651. — 8. Mantelli, Endovenöse Anästhesie. Reform. med. 1910. Nr. 27. Referat: Deutsche med. Wochenschr. 1910. S. 1379. — 9. Momburg, Zur Venenanästhesie Biers. Zentralbl. f. Chir. 1909. S. 1413. — 10. Petrow, Zur Frage der Venenanästhesie. Russ. Archiv für Chir. 1909. Referat Zentralbl. f. Chir. 1909. S. 1800. — 11. Saposhkow, Über einige negative Seiten der Venenanästhesie nach Bier. Russki Wratsch 1910. Nr. 26. Referat im Zentralblatt f. Chir. 1910. S. 1372.

XIII. Die arterielle Anästhesie.

1. Girgolaw, Zur Frage der Bedeutung der Abschnürung bei intravaskulärer Einführung des Kokains. Wratschebnaja Gaz. 1910. Nr. 43. Referat Zentralbl. f. Chir. 1911. S. 46. — 2. Goyanes, Un nuevo método de anestesia regional. Rivista clinica de Madrid 1909. Nr. 1. Referat: Zentralbl. f. Chirurgie 1909. S. 791 und Münchner med. Wochenschr. 1909. S. 198. — 3. Goyanes, Arterielle Anästhesie. 3. Spanischer Chirurgenkongreß 1910. Referat: Zentralblatt f. Chirurgie 1911. S. 1600. — 4. Hotz, Arterielle Anästhesie. Beiträge zur klin. Chirurgie 1911. Bd. 76. Heft 3. — 5. v. Oppel, Experimentelle Grundlagen der arteriellen Anästhesie. Münchner med. Wochenschrift 1909. S. 1772. — 6. v. Oppel, Über die experimentellen Grundlagen der arteriellen Anästhesie. Wratsch 1909. Nr. 19. Referat im Zentralbl. f. Chir. 1909. S. 1017. — 7. v. Oppel, Zur Frage der arteriellen Anästhesie. Wratschebnaja Gaz. 1910. Nr. 2. Referat: Zentralbl. f. Chir. 1910. S. 547. — 8. Ransohoff, New method of inducing local anaesthesia. Medical Press 1909. S. 329. — 9. Ransohoff, Terminal arterial Anesthesia. Annals of surgery. April 1910.

XIV. Die Bedeutung, die Indikationen, und die allgemeine Technik der Lokalanästhesie.

1. Axhausen, Die Anwendung der Lokalanästhesie in der chirurg. Klinik der Charité. Charité-Annalen 1910. 34. Jahrg. — 2. Braun, Die Sterilisierung von Novokain-Suprareninlösung. Deutsche med. Wochenschr. 1909. Nr. 52. — 3. Hammer, Zur Praxis der Lokalanästhesie. Zentralbl. f. Chir. 1911. Nr. 20.

— 4. Hesse, Inwieweit vermag bereits jetzt die Lokalanästhesie die Allgemeinnarkose zu ersetzen? Deutsche med. Wochenschr. 1910. Nr. 8. — 5. Hoffmann, Sind die zur Lumbalanästhesie verwendeten Novokain-Suprarenintabletten und -Tropakokaintabletten steril? Deutsche med. Wochenschr. 1909. S. 1146. — 6. Jahresberichte der Heidelberger chirurgischen Klinik. Beiträge zur klin. Chirurgie, Supplementhefte zu Bd. 55 (1906), Bd. 59 (1907), Bd. 70 (1909), Bd. 75 (1910), Bd. 80 (1911). — 7. Kendirdjy, Indications générals de technique de l'anesthésie locale. Journ. de méd. et de chir. pratique 1909. S. 241. — 8. Kutscher, Zur Frage der Sterilität der Novokain-Suprarenintabletten. Deutsche med. Wochenschr. 1910. Nr. 24. — 9. Liebl, Über Lösungen in der Lokal- und Lumbalanästhesie. Beiträge zur klin. Chirurgie 1907. Bd. 52. S. 244. — 10. Perthes, Leitungsanästhesie mit Unterstützung durch elektrische Reizung. Münchner med. Wochenschr. 1912. Nr. 40. S. 2205. — 11. Roith, Zur Indikationsstellung für die verschiedenen Anästhesierungsverfahren. Beitr. zur klin. Chir. 1908. Bd. 57. S. 246. — 12. Schmidt, Haltbarkeit, Keimfreiheit und praktische Verwendbarkeit der Novokain-Suprarenintabletten und Tropakokain-Suprarenintabletten. Deutsche militärärztliche Zeitschr. 1909. Nr. 17. — 13. Schwalbe, Narkose und Lokalanästhesie. Deutsche militärärztliche Zeitschrift 1909. H. 11. Beilage S. 33. — 14. Siebert, Über Gangrän nach Lokalanästhesie. Diss. Berlin 1910. — 15. Strohe, Zwei Unglücksfälle bei Anwendung der örtlichen Betäubung. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1909. Bd. 99. S. 75. (Gangrän nach versehentlicher Injektion von 18%iger Kochsalzlösung.)

XV. Operationen am Kopf und Halse.

A. Chirurgie.

1. Bier, Die Operation großer Halstumoren in Lokalanästhesie. Freie Vereinigung Berliner Chirurgen. 15. VI. 1908. Deutsche med. Wochenschrift 1908. S. 1697. — 2. Braun, Endothorakische Struma. Deutsche med. Wochenschrift 1908. Nr. 24. — 3. Braun, Über die Anwendung der Suprareninanämie bei Operationen am Schädel und der Wirbelsäule. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. 1910. Bd. 107. S. 561. — 4. Braun, Über die Lokalanästhesie bei Operationen im Trigeminusgebiet. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1911. Bd. 111. S. 321 und Deutscher Chirurgenkongreß 1911, ferner Deutsche med. Wochenschr. 1911. Nr. 30. — 5. Chevrier, L'analgésie régionale, son application à la langue. Gaz. des hôpitaux 1909. S. 455. — 6. Garrot, L'anésthesie intraosseuse dans la cure radicale des sinuisites maxillaires et des kystes paradentaires intrasinuisiens. Journ. de méd. de Bordeaux 1908. Nr. 20. (Referat im Zentralbl. f. Chir. 1909. Nr. 15.) — 7. Hackenbruch, Kropfexzisionen unter Lokalanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1909. Nr. 39. — 8. Härtel, Lokalanästhesie bei großen Operationen im Trigeminusgebiet. Deutscher Chirurgenkongreß 1911. I. S. 243. — 9. Härtel, Intrakranielle Leitungsanästhesie des Ganglion Gasseri. Zentralblatt f. Chirurgie 1912. Nr. 21. S. 705. — 10. Hirschel, Die Lokalanästhesie bei Operationen am Pharynx und Ösophagus. Münchner medizin. Wochenschrift 1912. S. 2391. — 11. Jassenetzky, Zweiter Fall von vorübergehender Erblindung nach Novokain-Suprarenininjektion in die Augenhöhle. Zentralbl. f.

Chirurgie 1911. Nr. 27. S. 924. — 12. Krause, Exstirpation des Ganglion Gasseri in Lokalanästhesie. Zentralbl. f. Chirurgie 1912. S. 385. — 13. Kredel, Bemerkungen zur Braunschen Lokalanästhesie. Zentralbl. f. Chir. 1911. S. 725. — 14. Madelung, Über Lokalanästhesie bei großen Operationen am Halse. Münchner med. Wochenschr. 1909. S. 2396. — 15. Offerhaus, Die Technik der Injektionen in die Trigeminusstämme und in das Ganglion Gasseri. Archiv f. klin. Chir. Bd. 92. H. 1. — 16. Offerhaus, Schmerzlose Operationen im Gebiet des Gesichtsschädels. Deutsche med. Wochenschr. 1910. Nr. 33. — 17. Payr, Über neuere Methoden zur Behandlung der Geschwülste des Nasenrachenraums, mit besonderer Berücksichtigung der Kocherschen osteoplastischen Resektion beider Oberkiefer. Archiv für klin. Chir., 1904. Bd. 72. H. 2. — 18. Peuckert, Weitere Beiträge zur Anwendung der Lokalanästhesie und Suprareninanämie. Beitr. zur klin. Chir. 1910. Bd. 66. S. 377. — 18a. Pollak, Lokalanästhesie bei der Killianschen Radikaloperation der chronischen Stirnhöhleneiterung. Mitteilungen des Vereins der Ärzte Steiermarks 1912. Nr. 11.

B. Otologie, Rhinologie und Laryngologie.

19. Alexander, Über die operative Eröffnung des Warzenfortsatzes in Schleichscher Lokalanästhesie. Wiener klinische Wochenschr. 1901. Nr. 33; Zur Frage der Ausführung der Radikaloperation mit Schleichscher Infiltrationsanästhesie. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 57, Heft 1, 2 (1902). — 20. Barany, Labyrinthoperation in Lokalanästhesie. Monatsschrift f. Ohrenheilkunde und Laryngo-Rhinologie 1909. S. 175. — 21. Baumgarten, Schleichsche Infiltrationsanästhesie bei Septumverbiegungen. Archiv für Laryngologie. Bd. 9. S. 359. — 22. Behrens, Aufmeißelung des Proc. mastoideus unter Lokalanästhesie. Zeitschrift für Ohrenheilkunde. Bd. 39. S. 390. — 23. Bönninghaus, Infiltrationsanästhesie bei Septumverbiegungen. Archiv f. Laryngologie. Bd. 11. S. 344. — 24. Bresgen, Eulenburgs Realenzyklopädie. Artikel Nasenkrankheiten. — 25. Denker, Zur Radikaloperation des chron. Kieferhöhlenempyems in Lokalanästhesie. Verh. des Vereins deutscher Laryngologen 1910. S. 27. — 26. von Eicken, Lokalanästhesie des äußeren Gehörganges. Bericht über die 13. Versammlung der deutschen otologischen Gesellschaft. Berlin 1904. — 27. Fränkel, Thyreotomie und Laryngofissur in Lokalanästhesie ohne allgemeine Narkose. Archiv f. Laryngologie und Rhinologie. Bd. 21. Heft 2. — 28. Frey, Über regionäre Anästhesierung des Kehlkopfs. Archiv für Laryngologie und Rhinologie. Bd. 18. Heft 2 (1906). — 29. Frey, Die Lokalanästhesie bei Eingriffen am Gehörorgan. Internationales Zentralblatt für Ohrenheilkunde. 1903. Nr. 6 (Sammelreferat); Technik der Lokalanästhesie bei Extraktion von Ohrpolypen. Wiener klinische Rundschau. 1902. Nr. 25. — 30. Gompertz, Lokalanästhesie bei Hammer- und Amboßextraktion. Zentralblatt für Ohrenheilkunde. 1904. S. 119. — 31. Halacz, Beitrag zur Extraktion der Gehörknöchelchen nach der Methode von Neumann. Monatsschrift für Ohrenheilkunde 1908. Heft 4. — 32. Harley, Local anaesthesia (Neumann) in ear surgery. Boston med. and surgery Journ. Bd. 162 (1910). S. 380. — 33. Haug, Über die lokalanästhesierend wirkenden Mittel bei Eingriffen am Trommelfell und Gehörgang. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 55. S. 49. — 34. Hechinger, Lokalanästhesie in der

Ohrenheilkunde: Deutsche medizinische Wochenschr. 1906. Nr. 13. — **35.** Heymann, Handbuch der Laryngologie und Rhinologie. Wien 1898. — **36.** Heymann, Über Lokalanästhesie in der Ohrenheilkunde und Rhinologie. Sammelreferat. Zentralbl. f. Ohrenheilkunde 1908. Bd. 6. S. 203 u. 347. — **37.** Heymann, Lokale Anästhesie in Nase und Hals. Handbuch der spez. Chirurgie des Ohres und der oberen Luftwege. Herausgeg. von Katz, Preysing und Blumenfeld. Bd. I, 1. Würzburg 1912. — **38.** Kirchner, Kokainanästhesie bei Operationen am Trommelfell. Deutsche medizinische Wochenschrift 1885. Nr. 4. — **39.** Lautmann, Zur Anästhesie bei der Adenotomie. Zeitschr. f. Laryngologie usw. Bd. 3. S. 357. — **40.** Laval, Zur regionären Anästhesie des äußeren Gehörgangs. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 64. Heft 2, 3. — **41.** Luc, Anwendung der Lokalanästhesie bei Radikaloperationen der chronischen Stirnhöhleneiterung. Zeitschr. f. Laryngologie, Rhinologie und ihre Grenzgebiete 1910. Bd. 2. S. 535. — **42.** Munch, Operation des Oberkieferempyems in regionärer Anästhesie. Société de laryngologie, d'otologie et de rhinologie de Paris. 8. I. 1909. — **43.** Nager, Anwendung der Lokalanästhesie bei der Radikaloperation der Kieferhöhleneiterung. Archiv f. Laryngologie 1906. Bd. 19. Heft 1. — **44.** Nager, Die Anwendung der Lokalanästhesie mit Anämisierung bei der Radikaloperation der Kieferhöhleneiterung. Monatsschr. f. Ohrenheilk. 1909. H. 4. S. 272. — **45.** Neumann, Über eingreifende Operationen in Lokalanästhesie. Wiener klin. Wochenschr. 1904. Nr. 41. — **46.** Neumann, Technik und Indikationen der Hammer- und Amboßextraktion. Archiv f. Ohrenheilk. Bd. 64. S. 167. — **47.** Neumann, Über Lokalanästhesie in der Otochirurgie. Deutsche medizinische Wochenschr. 1906. Nr. 15. — **48.** Neumann, Antrotomien und Radikaloperationen in Lokalanästhesie. Zeitschrift für Ohrenheilkunde. Bd. 51 (1906), S. 178. — **49.** Passow und Claus, Operationen an Ohr, Nase und Tonsillen. In Braun, Bier, Kümmel, Chirurgische Operationslehre Bd. 1. Leipzig 1913. — **50.** Reimers, Beitrag zur Technik der Lokalanästhesie in der Rhino-Laryngologie. Münchner med. Wochenschrift 1911. Nr. 33. S. 1776. — **51.** Ruprecht, Alypin und Novokain in der Oto-, Rhino- und Laryngologie. Monatsschr. f. Ohrenheilkunde 1906. Nr. 6. — **52.** Ruprecht, Die örtliche Anästhesierung der Gaumen- und Rachenmandeln und des Trommelfells. Monatsschr. f. Ohrenheilkunde und Laryngo-Rhinologie 1909. H. 2—4. — **53.** Ruprecht, Über örtliche Anästhesierung der Mandeln. Archiv f. Laryngologie und Rhinologie 1910. Bd. 23. Heft 1. — **54.** Ruprecht, Techn. Bemerkung über die Spritze und Kanüle zur Injektionsanästhesie der Mandeln. Monatsschr. f. Ohrenheilkunde 1910. Bd. 44. S. 386. — **55.** Scheibe und Thies, Infiltrationsanästhesie bei Aufmeißelung des Warzenfortsatzes. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 41. S. 72. — **56.** Schild, Lokalanästhesie des äußeren Gehörganges und Trommelfells. Journal of Amer. medical Association. 8. VII. 1905. — **57.** Seifert, Über Alypin. Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 34. — **58.** Senator, Haben sich in der Rhino-Laryngologie die Ersatzmittel des Kokains bewährt. Münchner med. Wochenschrift 1910. S. 524. — **59.** Tiefenthal, Zur Anästhesierung des Trommelfells und der Paukenhöhle. Münchner med. Wochenschr. 1909. Nr. 13. S. 657. **60.** Thies, Lokalanästhesie bei Mittelohreiterungen. Heidelberger Otologenkongreß 1908. — **61.** Viereck, Die Braunsche Methode der Anästhesierung des Kehlkopfs. Münchner med. Wochenschrift 1906. S. 1495. — **62.** Voss,

Lokalanästhesie am Ohr. Handbuch der speziellen Chirurgie des Ohres und der oberen Luftwege von Katz, Preysing und Blumenfeld. Würzburg 1911.

C. Augenheilkunde.

63. Best, Über lokale Anästhesie in der Augenheilkunde. Vossius' Abhandlungen aus dem Gebiet der Augenheilkunde. Bd. 6 Heft 3 (1905). — 64. Chevrier, Lokalanästhesie bei Operationen an den Lidern und dem Tränensack. Gaz. des hopitaux 1910. Nr. 135. — 65. Czermak, Die augenärztlichen Operationen, Wien 1893, Heft 2. — 66. Darier, Leçons de thérapeutique oculaire. — 67. Fuchs, Über Kokain. Wiener klinische Wochenschrift. 1902. Nr. 38. — 68. Haab, Augenoperationslehre, München 1904. — 69. Hackenbruch, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chir. 1898. II. S. 111. — 70. Hechinger, Zur Lokalanästhesie in der Augenheilkunde. Deutsche medizinische Wochenschrift. 1906. Nr. 13. — 71. Löwenstein, Über regionäre Anästhesie in der Orbita. Klin. Monatsblätter f. Augenheilkunde 1908. S. 592. — 72. Mende, Über die Lokalanästhesie bei Exenteratio und Enucleatio bulbi. Klin. Monatshefte f. Augenheilkunde, Mai-Juni 1911. — 73. Meßner, Zur Methodik der Anästhesierung des Auges. Münchner med. Wochenschr. 1908. Nr. 45. — 74. Meyer, Enucleatio bulbi in kombinierter Lokalanästhesie. Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde. 1905. Bd. 1. S. 214. — 75. Reichmuth, Experimentelle Untersuchungen über die gewebsschädigenden Eigenschaften der gebräuchlichen Lokalanästhesie. Zeitschrift für Augenheilkunde, Bd. 16, Heft 3 (1906). — 76. Reuter, Über die neueren Anästhetika in der Augenheilkunde. Diss. Würzburg 1908. — 77. Rogmann, Kokain, Eukain, Holokain, Tropakokain in der Augenheilkunde. Ophthalmologische Klinik. 1897. Nr. 2, 3. — 78. Schlüter, Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung des Kokain und Novokain. Klin. Monatshefte f. Augenheilkunde, August/September 1907. — 79. Schultz, Die älteren und neueren Mydriatica, Miotica und Anästhetica in der Augenheilkunde. Archiv für Augenheilkunde. Bd. 40. (1900.) S. 135. — 80. Seidel, Über eine Modifikation der Siegristschen Methode der Lokalanästhesie bei Exenteratio und Enucleatio bulbi. Klin. Monatsblätter f. Augenheilkunde, September 1911. — 81. Siegrist, Lokalanästhesie bei Exenteratio und Enucleatio bulbi. Klin. Monatshefte f. Augenheilkunde, Januar 1907. — 82. Snellen, Operationslehre. Graefe-Saemischs Handbuch der Augenheilkunde. Lfg. 48/49. Leipzig 1902. — 83. Stutzer, Über Infiltrationsanästhesie in der Augenheilkunde. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 17. H. 6. — 84. Weiß, Ausführung der Enukleation unter Schleichscher Infiltrationsanästhesie. Ophthalmologische Klinik. 1898. Nr. 12.

D. Zahnheilkunde.

85. Bleichsteiner, The dental Cosmos 1893, p. 748, 1901, p. 135. — 86. Braun, Über Adrenalin, Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 1903. Nr. 45. Technik der Kokain-Suprareninanästhesie bei Zahnextraktionen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1905. Nr. 1. — 87. Bünte und Moral, Die Leitungsanästhesie im Ober- und Unterkiefer auf Grund der anatomischen Verhältnisse. Berlin 1910. — 88. Burckhardt, Über Anwendung des Chloräthyls als lokales Anästheticum. Revue et Archives suisses d'odontologie. 1891. S. 270. — 89. Dillenz, Kokainum muriaticum. Tropakokainum und Kokainum

phenylicum in der Zahnheilkunde, Diss. Erlangen 1897. — **90.** Dorn, Die Elektrizität und ihre Verwendung in der Zahnheilkunde. Leipzig 1898. — **91.** Dzierzawsky, Kann die ins Zahnfleisch injizierte Lösung bis in die Knochen dringen? Noviny lekarskie. 1897. Nr. 2. Referat in Hildebrandt, Fortschr. der Chirurgie. 1897. S. 397. — **92.** Fischer, Die lokale Anästhesie in der Zahnheilkunde. Berlin 1911. — **93.** Hübner, Eine Injektionsmethode zur Erzielung von Dentinanästhesie und Schmerzlosigkeit bei kleineren Eingriffen in der Mundhöhle, Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1904. Nr. 4; Über Leitungsanästhesie mittels Adrenalin-(Suprarenin)-Kokain im Ober- und Unterkiefer, mit besonderer Berücksichtigung der Dentinanästhesie, Österr. Zeitschrift für Stomatologie. 1904. Heft 10. — **94.** Kirchner, Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 22. Juli 1899. — **95.** Läwen, Die örtliche Anästhesie bei Zahnextraktionen, Archiv für klinische Chirurgie. 1904. Bd. 72. Heft 2. — **96.** Mahé, L'anesthésie diploique pour l'extraction des dents. Presse méd. 1907. Nr. 66. — **97.** Nogués, Anestésie diploique pour l'extraction des dents. Bull. de l'acad. de méd. 1907. 29. Jan. — **98.** Nogué, Anesthésie. Traité de Stomatologie, herausgeg. von Gaillard und Nogué. Paris 1912. — **99.** Peckert, Über Lokalanästhesie. Habilitationsschrift Heidelberg 1905. — **100.** Quéré, Etude critique sur l'anesthésie dentaire, Thèse de Bordeaux. 1886. — **101.** Raymond, The dental cosmos. 1885. (Referat in der Deutschen Monatsschrift für Zahnheilkunde 1885, S. 604.) — **102.** Reinmöller, Die Anästhesie bei Operationen in der Mundhöhle. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1908. H. 6. — **103.** Römer, Meine Erfahrungen mit Paranephrin-Kokain zur Erzielung von Lokalanästhesie bei zahnärztlichen Operationen. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 1904. Nr. 30. — **104.** Rottenstein, Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Frankfurt 1867. — **105.** Sachse, Novokain. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1905. Nr. 45. — **106.** Seidel, Thymolhaltige Injektionslösungen als „Anästhetica dolorosa". Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1911. Nr. 19. S. 405. — **107.** Seitz, Die zahnärztliche Lokalanästhesie. Leipzig 1903. — **108.** Thiesing, Die Lokalanästhesie und ihre Verwendung in der zahnärztlichen Praxis. Leipzig 1902. — **109.** Wiener, Die Extraktion periostitischer Zähne unter gefahrloser totaler Lokalanästhesie. Schweizer Vierteljahrsschrift für Zahnärzte. 1896. Nr. 4. — **110.** Witzel, Über Kokainanästhesie bei Operationen in der Mundhöhle, Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. Hagen 1886. Heft 1. — Ferner die Monographien von Reclus und Schleich. Ausführliche Literaturangaben finden sich namentlich bei Läwen und Seitz. — **111.** Wolfram, Der Kampf gegen den Schmerz bei operativen Eingriffen, Leipzig 1912.

XVI. Operationen an der Wirbelsäule, der Brust und am Bauch.

1. Bakes, Erfahrungen über einzeitige Resektion von Zökal- und Kolontumoren. Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. 80. S. 998. — **2.** Bakes, Bier, Bauchoperationen in Lokalanästhesie. Deutscher Chirurgenkongreß 1909. I. S. 261. — **3.** Bodine, The radical cure of inguinal hernia with local anaesthesia. New York med. Record. 14. Februar 1903. — **4.** Chaput, Exstirpation complète du sein avec curage de l'aisselle a l'anesthésie locale. Bull. et mém. de la soc. de chir. 1910. S. 288. — **5.** Colmers, Über Pantopon-Skopolamin-Lokalanästhesie bei Bauchoperationen, insbesondere bei der Appendektomie. Zentralbl. für

Chir. 1912. Nr. 8. — **6.** Cushing, The employement of local anaesthesia in the radikal cure of certain cases of hernia with a note upon the nervous anatomy of the inguinal region. Annals of surgery. Januar 1900. — **7.** Finsterer, Zur Technik der paravertebralen Leitungsanästhesie. Zentralbl. f. Chirurgie 1912. Nr. 18. S. 601 (s. auch Verh. der Naturforscherversammlung 1911. Zentralbl. f. Chir. 1911. S. 1504). — **8.** Franke, Technik der Lokalanästhesie bei Thoraxoperationen. Deutscher Chirurgenkongreß 1912. Bd. 1. S. 146. — **9.** Hammer, Leistenbruchoperation unter örtlicher Betäubung. Deutsche militärärztl. Zeitschr. 1909. H. 1. — **10.** Heidenhain, Laminektomie in Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chirurgie 1912. S. 281. — **11.** Hertler, Abdominal operations under Localanaesthesia. Amer. Journ. of surgery. Bd. 26. Nr. 2. — **12.** Hesse, Anwendung der Lokalanästhesie bei Eingriffen wegen Appendizitis, nebst Bemerkungen zur Erklärung appendizitischer Schmerzen. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1911. Bd. 109. S. 42. — **13.** Hirschel, Die Anästhesierung des Plexus brachialis bei Operationen an der oberen Extremität. Münchner med. Wochenschr. 1911. Nr. 29. S. 1555. — **14.** Hirschel, Die Anwendung der Lokalanästhesie bei größeren Operationen an Brust und Thorax (Mammakarzinom, Thorakoplastik). Münchner med. Wochenschr. 1911. Nr. 10. S. 497. — **15.** Kappis, Über Leitungsanästhesie bei Nierenoperationen und Thorakoplastiken, überhaupt bei Operationen am Rumpf. Zentralbl. f. Chirurgie 1912. S. 249. — **16.** Kappis, Über Leitungsanästhesie an Bauch, Brust, Arm und Hals durch Injektion ins Foramen intervertebrale. Münchner med. Wochenschr. 1912. Nr. 15. S. 794. — **17.** Läwen, Lokalanästhesie für Nierenoperationen. Münchner med. Wochenschr. 1911. Nr. 26. S. 1390. — **18.** v. Lichtenberg, Technisches zur Ausführung der Lokalanästhesie bei größeren Leistenhernien. Deutsche med. Wochenschr. 1909. Nr. 16. — **19.** Nast-Kolb, Die Operation der Leisten- und Schenkelhernien in Lokalanästhesie. Münchner med. Wochenschr. 1908. S. 1739. — **20.** Ramström, Die Peritonealnerven der vorderen und lateralen Bauchwand und des Diaphragma. Mitteil. a. d. Grenzgeb. 1906. Bd. 15. S. 642. — **21.** Schumacher, Zur Technik der Lokalanästhesie bei Thorakoplastiken. Zentralblatt f. Chirurgie 1912. S. 252. — **22.** Sellheim, Die Herabsetzung der Empfindlichkeit der Bauchdecken und des Peritoneum parietale durch perineurale Injektion anästhesierender Lösungen an die Stämme der N. N. intercostales, des subcostalis, des Ileohypogastricus und des Ileoinguinalis. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft f. Gynäkologie (1905) 1906. S. 176. — **23.** Stenglein, Über Pantopon-Skopolamin-Lokalanästhesie bei Bauchoperationen, insbesondere bei der Appendizitis. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1912. Bd. 114. S. 534.

XVII. Operationen an den Harn- und Geschlechtsorganen.

1. Barniger, A new method of urethral anaesthesia. Fol. urolog. 1910. Bd. 4. H. 9. — **2.** Bazy, De l'anésthésie chirurg. dans les affections des voies urinaires. La Semaine med. 1899. Nr. 10. — **3.** Brick, De l'action calmante de l'antipyrin chez les prostatiques. Semaine med. 1894. S. 128. — **4.** Fisch, Zur Anwendung der Lokalanästhesie bei Operationen an den weiblichen Genitalien. Zentralbl. f. Gynäkologie 1909. Nr. 31. S. 1079. — **5.** Franke und Posner, Zur Lokalanästhesie im kleinen Becken. Archiv f. klin. Chirurgie.

Bd. 99. S. 139. — 6. Freund, Die Lokalanästhesie mittels Eukain-Adrenalin. Zentralbl. f. Gynäkologie 1904. Nr. 48. — 7. Freund, Zur Lokalanästhesie mittels Adrenalin-Eukain. Zentralbl. f. Gynäk. 1909. S. 1077. — 8. Garasch, Das Alypin als Anästhetikum in der Urologie. Wratsch 1911. Nr. 32. (Referat im Zentralbl. f. Chirurgie 1911. S. 1438.) — 9. Guyon, Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires. Paris 1897. Bd. 3. — 10. Henrich, Beitrag zur Lokalanästhesie bei Dehnung des Zervikalkanals und Operationen an der Portio. Zentralblatt für Gynäkologie 1909. S. 525. — 11. Ilmer, Über Pudendusanästhesie. Zentralbl. f. Gynäk. 1910. S. 699. — 12. Kayser, Erfahrungen mit der zweiseitigen Prostatektomie in Lokalanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1911. Nr. 8. — 13. Kraatz, Die Lokalanästhesie bei der Behandlung der Endometritis und Abort. Zentralbl. f. Gynäkologie 1910. Nr. 22. S. 729. — 14. Lammers, Radikaloperation der Hydrozele unter Lokalanästhesie. Zentralblatt für Chirurgie 1898. Nr. 20. — 15. Lanz, Zweizeitige Prostatektomie in Lokalanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1908. S. 965. — 16. Losinski, Zur Frage der allgemeinen und besonders der lokalen Anästhesie in der gynäkol. Praxis. Zentralbl. f. Gynäkol. 1910. Nr. 50. S. 1618. — 17. von Mann, Die Sensibilität der weiblichen Geschlechtsteile. Zentralbl. f. Gynäkologie 1911. S. 184. — 18. Mathes, Schmerzlose Dammnaht. Münchner med. Wochenschr. 1909. S. 1183. — 19. Payr, Prostatektomie in Lokalanästhesie. Verh. der Deutschen Ges. f. Chir. 1907. 1. S. 188. — 20. Pousson, Analgésie vésicale par l'antipyrine. Journ. de méd. de Bordeaux, 19. 5. 1895. — 21. Ruge, Lokalanästhesie in der Gynäkologie. Zentralbl. f. Gynäkologie 1912. Nr. 18. S. 561. — 22. Schmid, Geburtshilfliche Kleinigkeiten. Münchner med. Wochenschr. 1912. S. 1847. — 23. Sellheim, Über die Anästhesierung des Pudendus in der Gynäkologie. Zentralbl. f. Gynäkologie 1910. S. 897. — 24. Stiassmy, Zur Anästhesierungsfrage in der Gynäkologie. Zentralbl. für Gynäk. 1911. S. 157. (Verh. der gynäk. Ges. in Wien.) — 25. Stocker, Über die Anästhesie in der Gynäkologie. Gynaecologia helvetica. 1912. — 26. Tamboise, De l'emploi de la cocaine dans la chir. des org. gen.-urinaires. Thèse de Lille, 1895/96. — 27. Thaler, Zur Anwendung der Lokalanästhesie und der lokalen Suprareninanämisierung bei der Kolpohysterotomia anterior. Zentralblatt f. Gynäkologie 1912. Nr. 24. S. 763. — 28. Torcaille et Labrarie, De l'anésthésie locale par la cocaine dans le traitement de l'hydrocele par inj. jodée. Thèse de Paris 1895. — 29. Vigneron, Analgésie vésicale par l'antipyrine. Annal. des mal. des organes gen.-urinaires 1894, S. 348. — 30. Wagner, Thesen für die Anästhesierungsfrage in der Gynäkologie (Lumbal- und Lokalanästhesie). Zentralbl. f. Gynäk. 1911. S. 160. Nr. 4. Monatsschrift f. Geburtshilfe und Gynäkol. 1910. S. 712. — 31. Wernitz, Über die Lokalanästhesie bei Operationen an den weiblichen Genitalien. Zentralbl. für Gynäkologie 1909. S. 1083.

XVIII. Operationen an den Extremitäten.

1. Borchers, Die supraclaviculäre Anästhesierung des Plexus brachialis. Zentralbl. f. Chirurgie 1912. Nr. 26. — 2. Boulay, De l'Anesthésie locale par la cocaine dans la reduction des luxations et des fractures. Thèse de Paris 1909. — 3. Conway, Cocaine as an anaesthetic in fractures and dislocations. New York med. Journ. 1885. Bd. 42. S. 632. — 4. Hirschel, Die Anästhesierung

des Plexus brachialis in der Achselhöhle bei operativen Eingriffen an der oberen Extremität. Münchner med. Wochenschrift 1912. Nr. 22. S. 1218 und Verh. der deutschen Gesellsch. f. Chirurgie 1912, I, S. 348. — 5. Jassenetzky-Woino, Leitungsanästhesie des N. ischiadicus. Zentralbl. f. Chir. 1912. S. 1021. Nr. 30. — 6. Kulenkampff, Die Anästhesierung des Plexus brachialis. Zentralbl. f. Chir. 1911. Nr. 40, ferner Deutsche med. Wochenschr. 1912. Nr. 40 und Chirurgenkongreß 1912 (Diskussion). — 7. Kulenkampff, Die Anästhesierung des Plexus brachialis. Beiträge zur klin. Chir. 1912. Bd. 79. H. 3. — 8. Kummer, Amputation de la jambe faite avec anesthésie locale. Revue méd. de la Suisse rom. 1909. S. 114. — 9. Läwen, Über Leitungsanästhesie an der unteren Extremität, mit Bemerkungen über die Technik von Injektionen an den N. ischiadicus bei Behandlung der Ischias. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1911. Bd. 111. S. 252. — 10. Lerda, Die praktische Anwendung der Lokalanästhesie bei Frakturen. Zentralbl. f. Chir. 1907. S. 1417. — 11. Nyström, Über regionäre Anästhesie bei Hauttransplantationen. Zentralbl. f. Chir. 1909. S. 137. — 12. Pernice (Oberst), Über Kokainanästhesie. Deutsche med. Wochenschrift 1890. S. 287. — 13. Quénu, De l'anesthésie locale par la cocaine dans la réduction des fractures. Bull. et mém. de la soc. de chir. de Paris 1908. Bd. 34. S. 976. 14. Quénu, De l'anesthésie locale dans la réduction des luxations. Bull. et mém. de la soc. de chir. de Paris 1909. Bd. 35. S. 462 und 492.

XIX. Nachträge.

(Diese Arbeiten sind erst nach Fertigstellung des Textes erschienen.)

1. Baum, Die neueren Errungenschaften auf dem Gebiete der Lokalanästhesie. Deutsche med. Wochenschrift 1912. S. 2418. — 2. Bier, Hirnoperationen unter Lokalanästhesie. Freie Vereinig. der Chirurgen Berlins. Zentralbl. für Chir. 1912. S. 1366. — 3. Braun, Die Anwendung der Lokalanästhesie zur Reposition subkutaner Frakturen und Luxationen. Deutsche med. Wochenschr. 1913. S. 17. — 4. Eberle, Die praktische Verwendung der Lokalanästhesie im Krankenhaus. Archiv für klin. Chir. Bd. 99. S. 1020. — 5. Finsterer, Lokalanästhesie bei Magenoperationen. Beiträge zur klin. Chir. Bd. 180. S. 240. — 6. Hackenbruch, Über Lokalanästhesie. Zeitschr. für ärztl. Fortbildung 1912. Nr. 20, 21. — 7. Härtel, Die Leitungsanästhesie und Injektionsbehandlung des Ganglion Gasseri und der Trigeminusstämme. Arch. für klin. Chir. 1912. Bd. 100. S. 193. — 8. Hayward, Erfahrungen und Beobachtungen an 375 Fällen von Venenanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 99. S. 993. — 9. Hirschel, Die Lokalanästhesie bei Operationen am Pharynx und Ösophagus. Münchner med. Wochenschr. 1912. S. 2391. — 10. Hoffmann und Kochmann, Verminderung der Novokainkonzentration durch Kaliumsulfat bei der Lokalanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1912. Nr. 48. S. 2264. — 11. Hohmeier, Über Lokalanästhesie. Mittelrheinische Chirurgenvereinigung. 1912. Zentralbl. für Chir. 1913. S. 96. Diskussion. — 12. Hohmeier, Die Anwendungsweise der Lokalanästhesie in der Chirurgie. Berlin 1913. — 13. Kaerger, Über die Anwendung der direkten Venenanästhesie bei den kleineren subkutanen Venen zu Operationen an Hand und Fuß. Archiv für klin. Chir. Bd. 99. S. 983. — 14. Keppler, Die Anästhesierung der unteren Extremität mittels Injektion auf die großen Nervenstämme. Archiv für klin.

Chir. 1913. Bd. 100. S. 501. — **15.** Kleinhaus, Über die Verwendung der Schleichschen Infiltrationsanästhesie bei gynäkologischen Operationen. Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäk. 1898. H. 6. — **16.** Kochmann, Über die Kombination von Arzneimitteln. Deutsche med. Wochenschr. 1912. Nr. 34. — **17.** Läwen, Über die Verbindung der Lokalanästhesie mit der Narkose, über hohe Extraduralanästhesie und epidurale Injektion anästhesierender Lösungen bei tabischen Krisen. Beitr. zur klin. Chir. 1912. Bd. 80. S. 168. — **18.** Morgenroth und Ginsberg, Über die Wirkung der China-Alkaloide auf die Kornea. Berliner klin. Wochenschr. 1912. Nr. 46. — **19.** Payr, Kapselfüllung zur Erleichterung der Reposition von Luxationen. Deutsche med. Wochenschr. 1912. S. 2340. — **20.** Perthes, Über Leitungsanästhesie unter Zuhilfenahme elektrischer Reizung. Münchner med. Wochenschr. 1912. S. 2545. — **21.** Seidel, Die Mandibularisanästhesie. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. 1913. H. 28. — **22.** Siebert, Über einige neue Anästhesierungsverfahren, mit besonderer Berücksichtigung der Plexusanästhesie. Medizin. Klinik 1912. Nr. 48. S. 1945. — **23.** Babitzki, Die Anästhesie des N. ischiadicus. Zentralbl. für Chir. 1913. S. 225. — **24.** Kelsey, Local anesthesia in operations of the rectum. New York medical record 1912. Nr. 24.

Sachregister.

A.

Abdominelle Sensationen 29. 332.
Abkühlung, Anästhesierung durch 5. 37—50; — physiologische Wirkung auf Nerven 40; — praktische Anwendung 47; — Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung 104. 148—151; — und Umschnürung 39.
Abschnürung, anästhesierende Wirkung 4. 32—37; — als Hilfsmittel der Lokalanästhesie 39. 182—184; — Einfluß auf allgemeine und örtliche Vergiftung 147.
Achillessehne, Tenotomie 420.
Achselhöhle, Innervation 314. 328. 331.
Adonidin 142.
Adrenalin, s. Suprarenin.
Äther als Anästheticum 7. 10. 38. 42. 48. 65. 148; — zur Leitungsanästhesie 65.
Ätherspray nach Richardson 38. 42; — als Hilfsmittel der Lokalanästhesie 148; — Tiefenwirkung 48.
Äther, hydrochloricus chloratus 8; — sulfuricus 8.
Äthylchlorid, s. Chloräthyl.
Äthylenchlorid zur Lokalanästhesie 8. 39.
After, künstlicher 339; — Operationen am 379—383; — Sensibilität 24.
Akoin 93. 121—126. 144; — mit Suprarenin 159.
Aktinien, Kokainisierungsversuche 82.
Alkohol als Narkotikum 2; — Schleimhautanästhesierung 11.
Alraunwurzel 2. 6. 7.
Alveolarfortsatz, Operationen am 287 bis 296.
Alypin 133—135. 144; — mit Suprarenin 159.
Alypin-Suprarenintabletten 207.
Amaurose, vorübergehende, nach Orbitalinjektion 243.
Amputationen unter arterieller Anästhesie 191; — nach endoneuraler Injektion 186; — unter Venenanästhesie 190.
Amylen 8. 40.
Amylnitrit bei Kokainvergiftung 102. 103.
Anämie, Einfluß auf allgemeine und örtliche Vergiftung 63. 146; — Wirkung auf Nerven 36; — durch Kokainisierung 83; — durch Suprarenin 155.
Anästhesie, Dauer der 66. 72. 85. 122; — arterielle 74. 191—192; — Leitungsanästhesie 31. 74, s. diese; — terminale 31. 71. 72; — venöse 74, 188—191. 423. 426; — zentrale 31; — durch chemische Mittel 6—11; — durch Kälte 5. 37—50; — durch Kochsalzlösung 60; — durch Nervenkompression und Anämie 3—5. 32 bis 37; — durch Quellung 56; — durch Schrumpfung 56; — durch subkutane Injektion von Wasser 59.
Anästhesierungsvermögen differenter Mittel 64.
Anästhesin 130. 167.
Anästhesiphore Atomgruppen 69; — Körper 126.
Anästhetika, allgemeine Eigenschaften 69. 144; — Anwendungsformen 71 bis 74; — Resorption 61—64; — Untersuchungsmethoden 64.
Anaesthetica dolorosa 60. 65.
Analgesie 31.

Anesin, Aneson 120.
Antipyrin 143; — Zusatz zu Kokain 101.
Anus, Operationen am 379—383; — Sensibilität 24; — Fistula ani 382; — Hämorrhoidenoperationen 379—382; — periproktitische Abszesse 383; — praeternaturalis 339.
Anus praeternaturalis 339.
Appendix, Sensibilität 28; — Operationen 339—340.
Argentum nitricum: cave bei Orthoform 127.
Arm, Innervation 389; — Operationen 389—412.
Artemisia, Moxe 6.
Arterenol 153.
Arterielle Anästhesie 74.
Arthrotomie am Ellbogengelenk 410; — am Kniegelenk 425.
Augenheilkunde, Anästhesie 261—267; — Innervation der Orbita 264; — Wahl des Anästhetikums 262; — Enucleatio bulbi 265; — Exenteratio bulbi 265; — Exenteratio orbitae 265; — Krönleinsche Operation 267; — Oberflächenanästhesierung durch Einträufeln 262. 263—264; — Anästhesierung des Nervus ophthalmicus 241—244; — subkonjunktivale Injektionen 264; — Tränensackoperationen 267; — Lidoperationen 267. 245; — Wirkung des Akoin 124; Eukain-B 114; Holokain 120; Kokain 76. 80. 262—263; Suprarenin 157; Tropakokain 109.
Augenmuskellähmungen bei Anästhesierung des N. maxillaris 249.

B.

Bänder, Sensibilität 22.
Basedow, Unterbindung der A. thyreoidea inf. 305, s. a. Strumektomie.
Basen der Lokalanästhetika 70.
Bauchoperationen 332—351; — Innervation der vorderen Bauchwand 313 bis 317; — Anästhesierung der Bauchdecken 334; — Gastroenterostomie 336; Gastrostomie 335; Operationen an Leber und Gallenwegen 337; Pylorusresektion 337; Medianschnitt 338; Ileozökalgegend (Appendizitis, Zökostomie, Anus praeternat.) 338—340; Hernienoperationen 340.
Bauchorgane, abdominelle Sensationen 29. 333; — Sensibilität 24. 26. 29.
Bauchwand, Sensibilität 26.
Bein, Innervation 412; — Operationen 414—428.
Benzoylgruppe, Bedeutung für Anästhetika 126.
Benzoylpseudotropein = Tropakokain 109.
Bilsenkraut 2. 6. 7.
Blasenscheitel, Sensibilität 30.
Blasenoperationen 360—362.
Blausäure, Anästhesierungsversuche 8.
Blutleere zur Unterstützung der Anästhesierung 78. 99; — bei Choräthylspray 45; — Nervenerscheinungen 32 bis 37.
Bromäthyl 39.
Bromkali 11.
Brucin 142.
Brustbein 323.
Brustdrüse, Operationen an der 329 bis 331.
Brustkorb, Operationen 313—331; — Innervation 313—317; — paravertebrale Leitungsanästhesie 314—318; — zentrale Anästhesie der Interkostalnerven 323—329; — Operationen in der Achselhöhle 314. 328. 331; — Herzoperationen 322; — Laminektomie 319; — Mammaoperationen 329 bis 331; — Pleurapunktion 320; — Rippenknorpelresektion bei Emphysem 322; — Rippenresektion 320—322; — Sternumoperationen 323; — subphrenische Abszesse 322. 327; — Thorakoplastik 322. 323.
Bursa olekrani 410; — praepatellaris 423.

C.

Cannabis indica 2. 6.
Cavum ischiorectale 369.
Chemische Konstitution, Beziehung zur Reizwirkung 65; — des Kokain 69.
Chemische Mittel, Anästhesierungsver-

suche 6—11; — Oberflächenapplikation 6—9; — Tiefenapplikation mit Elektrizität 9—10; mit hypodermatischer Injektion 11.
Chirurgie, Bedeutung der Lokalanästhesie für die 193.
Chloräthyl zur Anästhesierung der Einstichstelle 209; — mit Kokain 106; — zur Verdunstungsanästhesie 42—48.
Chloräthylrausch 337.
Chloräthylspray als anästhetisches Hilfsmittel 148. 289.
Chlormethyl 42. 43.
Chloroform 7—8. 10. 11. 12. 38. 65.
Clavicula, Operationen 412.
Conjunctiva, Anästhesierung 262, 263 bis 264.
Convallamarin 142.
Cornea, Anästhesierung 263.
Cutis, Kataphorese 168.

D.

Dammriß 373.
Darm, Sensibilität, s. a. Bauch 24. 26.
Darmfisteln 339.
Dauer der Anästhesie 66. 72. 85. 122.
Desinfektion des Operationsfeldes 209.
Differente Substanzen 63.
Diffusion 50; — der Anästhetika 67. 73; — durch Froschhaut 68.
Dionin 142.
Drüsensekretion, Aufhebung durch Kokainisierung 82.
Dura mater, Schmerzempfindlichkeit 25. 223. 229.

E.

Einstichpunkte zur Quaddelbildung 210.
Ekgonin 75. 126.
Elektrizität im Dienste der Lokalanästhesie 9. 79. 185; — zur Kataphorese 79; — zur Nervenauffindung vermittels Isolierhohlnadel 185.
Ellbogen, Operationen 410—411.
Embolie, Lähmungen nach 36.
Emphysem, Rippenknorpelresektion 322.
Endermatische Infiltration 210.
Endoneurale Injektion 185—187.
Entgiftung einiger Substanzen bei der Aufsaugung 64.
Entzündete Gewebe, Anästhesierung 222.
Epinephrin 152.
Epirenan 152.
Epizystotomie 362.
Erythrophlacin 142. 143.
Erythroxylin 76.
Essigsäure 11.
Eudrenal 152.
Eukain 69. 113—119. 144. 157; — Eukain-A 113; — Eukain-B 114 bis 119; — — mit Suprarenin 157.
Exartikulationen im Ellbogengelenk 411; — des Fußes nach Chopart 423; Lisfranc 423; — des Hallux 419; — im Schultergelenk 411.
Exenteratio bulbi, orbitae 265.
Extremitäten, Operationen 384—428; — Abschnürung 32—37; — Frakturen und Luxationen 384—389. — Obere Extremitäten: 389—412; Innervation 389; Anästhesierung des Plexus brachialis 389—396; Anästhesierungsmethoden der Hand 396—408; des Vorderarmes 408—410; des Oberarmes 411; der Schultergegend 411. — Untere Extremitäten: 412—428; Innervation 412; Anästhesierungsmethoden am Oberschenkel 414—417. 426—428; am Knie 423—426; am Unterschenkel 423; am Fuß 418—423.

F.

Faszien, Sensibilität 448.
Femur, suprakondyläre Osteotomie 426.
Feuergefährlichkeit einiger Kohlenwasserstoffe 45.
Finger, Anästhesierung nach Oberst 396 bis 398; — zirkuläre Analgesierung 181; — Nervenerscheinungen durch Kompression 35.
Fistula ani 382.
Förstersche Operation 319.
Foramen, infraorbitale, Injektion ins 244; — ovale, Injektionstechnik nach Offerhaus 254; — — nach Braun 256; — — nach Ostwalt 257; — — nach

Schlösser 257; — — nach Härtel 257 bis 261; an das Foramen rotundum 246. 247.
Frakturen 384—389; — Übersicht 385; — Fract. antebrachii 386. 387; — Fract. humeri supracondylica 386; — Fract. malleoli 386. 387; — Fract. radii 385; — Fract. tibiae 386.
Froschhaut, Diffusion differenter Mittel 68.
Fuß, Operationen am 418—423.
Fußrücken 420.

G.

Gabelvereiser 43.
Gallenblase, Sensibilität 29.
Gallenwege, Operationen 337.
Ganglion cervicale uteri 352.
Ganglion Gasseri, Exstirpation 230; — Punktion 257—261.
Gangrän nach Abkühlung 40. 44. 45; — durch Akoinquaddeln 122; — nach Kokaininjektion 104; — nach Nervenkompression 37; — durch Stovaininjektion 132; — durch Suprarenin 164.
Gastroenterostomie 336.
Gastrostomie 335.
Gaumen, Anästhesierung 245; — Innervation 290; — Operationen 296 bis 297.
Gefäßkontraktion durch Kokainisierung 83.
Gefrierpunkt des Aneson 120; — des Blutes 53; — der Eukain-B-Lösung 115; — von Kokainlösungen 85. 104; — der Schleichschen Kokainlösungen 172; — des Tropakokains 110; — einiger wässeriger, zum Teil anästhesierender Lösungen 55.
Gehirn, Schmerzempfindlichkeit 15. 25.
Gehirnoperationen 225—233; — Hirnpunktion 225; — Operationen in der Schläfengegend 229; — Kleinhirnfreilegung 231; — Exzision des Ganglion Gasseri 230.
Gehörorgan, Innervation 233; — Anästhesierung des Gehörganges 235; — — der Ohrmuschel 236; — — der Paukenhöhle 236; — — des Trommelfelles 234; — — zur Eröffnung des Antrum 239; — — zur Aufmeißelung des Warzenfortsatzes 239; — — zur Radikaloperation 237 bis 239.
Gelatine, Anästhesierungshilfsmittel 146.
Gelenkinjektionen 385.
Gelenkkapseln, Sensibilität 22.
Gelenkmäuse im Kniegelenk 425.
Genitalien, Schleimhautkokainisierung 77.
Genu valgum 426.
Geruchsempfindung, Lähmung durch Kokain 87.
Geschlechtsorgane, Sensibilität 301; — Innervation 352; — weibliche 371 bis 379; — vaginale Operationen 371 bis 373; — Kolporrhaphie 372. 376; — Totalexstirpation 372; — Dammrißnähte 373; — Prolapsoperationen 375 bis 377; — Scheideneingang 373 bis 374; — Uterusoperationen 377—379.
Geschmacksempfindung, Lähmung durch Kokain 87.
Gesichtsweichteile, Operationen 267 bis 272; — Innervation 267. 240—261; — Anästhesierung der Kinngegend 272; der äußeren Nase 269; der Oberlippe 269; zu plastischen Operationen 272; der Unterlippe 271; der Wangengegend 270.
Gleditschin, s. Stenokarpin 142.
Guajakol 143.
Guajazol 143.
Gynäkologie, s. Geschlechtsorgane 371 bis 379.

H.

Hämorrhoidenoperationen 379—382.
Hallux valgus, Operationen 419.
Hals, Operationen am 302—312; — Innervation 302; — Anästhesierung der Zervikalnerven 302; — — der Vorderfläche des Halses 303; — Exstirpation von Lymphdrüsen 304; — Kehlkopfoperationen 310—312; — Pharyngotomia suprahyoidea 306; — — subhyoidea 312; — Strumektomie 306 bis 309; — Tracheotomie 310. — Unter-

bindung der Art. carotis commun. 305. — — der Art. carotis externa 305; — — der Art. thyreoidea inf. 305; — — der Art. thyreoidea sup. 305.
Hand, Fingeroperationen 396—398; — Mittelhand 399—407; — ganze Hand 407—408.
Harnblase, Sensibilität 24.
Harn- und Geschlechtswege, Operationen 352—379; — Innervation 352; — Leitungsanästhesie im kleinen Becken 353—359; — Blasenschleimhaut 360; — Dammriß 373; — Epizystotomie 362; — Harnröhrenschleimhaut 360; — Hoden 362—366; — Labien 373—374; — Nieren 359 bis 360; — Penis 366—369; — Prolapsoperationen 358. 375—377; — Prostatektomie 371. 357—358; — Scheideneingang 373; — Skrotum 362 bis 366; — Urethra 369; — Uterus 371 bis 379; — Vagina 371.
Harnröhrenfisteln 368.
Harnröhrenschleimhaut 360.
Hasenschartenoperation 270.
Haut, Sensibilität 19; — subkutane Injektion 180; — endermatische Injektion 228.
Hautüberpflanzung 411. 416. 427.
Helleborin 142.
Hernia femoralis 350—351; — Innervation der Schenkelgegend 344.
Hernia inguinalis 343—350; — reponibilis 345—347; — irreponibilis oder incarcerata 347—350; — Innervation der Leistengegend 344.
Hernia der Linea alba 343.
Hernia postoperativa 343.
Hernia umbilicalis 341—343.
Hernienoperationen unter endoneuraler Anästhesie 187; — Geschichtliches 340; — Operationen 340—351.
Herzoperationen 322.
Herzbeutel 322.
Highmorshöhle, Empyem 279; — Sensibilität 24. 245.
Hirnpunktion 225.
Hoden 364—366; — Sensibilität 30.
Hohlnadeln für Lokalanästhesie 201 bis 202; — Abbrechen der 202; — Einstechen 209.
Hohlräume, Kokainanästhesierung 101.
Holokain 69. 119; — mit Suprarenin 159.
Homorenon 153.
Humerus, Operationen am 411.
Hydrozele 364.
Hydrozelensäcke 78.
Hygroma praepatellare 423; — der Kniekehle 424.
Hyoscyamus, s. Bilsenkraut.
Hyperalgesie 17.
Hyperämie bei örtlicher Vergiftung 63.
Hyperosmotische Lösung 51. 62.
Hypertonische Lösung 51, 62.
Hypodermatische Injektion 11.
Hyposmotische Lösung 51. 62.
Hypospadie 368.
Hypotonische Lösungen 51. 62.

I.

Ileozökalgegend 339.
Infiltrationsanästhesie 72—73. 169 bis 178. 208—222; — allgemeine Technik 208—222; — indirekte 73. 169.
Innervation der vorderen Bauchwand 313—317; — der Brustwand 313—317; — der oberen Extremitäten 389; — der unteren Extremitäten 412; — des harten Gaumen 290; — des Gehörorgans 233; — der Geschlechtsorgane 352; — der Gesichtsweichteile 267. 240—261; — des Halses 302; — der Harnorgane 352; — der Leistengegend 343—344; — des Kopfes 222; — des Mastdarmes 352; — der Nasenhöhlen 273 (Nebenhöhlen); — der Orbita 264; — des Schädeldaches 222 bis 224; — der Schenkelbeuge 343 bis 344; — der Zähne 290; — der Zunge 297.
Instrumentarium für Lokalanästhesie 198 bis 203; — ausgehöhlte Glasklötze 202; — Hohlnadelhalter 201; — Hohlnadeln 201—202; — Maßzylinder 202; — Porzellanmensuren 202; — Spritzen 198—201. 202; — Tisch 203.

Interkostalnerven, zentrale Leitungsanästhesie 323—239.
Ischias, Warnung vor Stovain 132.
Isolierhohlnadel 185.
Isosmotische Lösungen 51. 53.
Isotonische Lösungen 51. 52. 59.

K.

Kälteanästhesie 5. 37—50; — kombiniert mit Kokain 149; — — Umschnürung 39; — Einwirkung auf Nerven 40; — Indikationen 47; — Übersicht über die Verfahren 44.
Karbolsäure 141; — Diffusion durch Epidermis 67; — Zusatz zu Kokain 101.
Kataphorese im Dienste der Lokalanästhesie 10. 168; — zur Anästhesie des Trommelfelles 234.
Kegelförmige Injektion 219.
Kehlkopf 10. 11. 12. 24. 302. 310 bis 312; — Operationen 310—312; — Sensibilität 24. 302. 310; — Nervus laryngeus sup. 311; — Laryngektomie 312; — Laryngotomie 312; — Pharyngotomia subhyoidea 312.
Kelen, s. Chloräthyl.
Kiefer, Operationen 279—286; — — an den Alveolarfortsätzen (Zahnheilkunde) 287—296; — — an der Highmorhöhle 279—282; — — am Oberkiefer 282 bis 285; — — am Unterkiefer 285 bis 286.
Killiansche Operation 277.
Kind, Lokalanästhesie beim 197.
Klavikula, Operationen 412.
Kleinhirn, Sensibilität 26; — Freilegung 231.
Klumpfußredressement 423.
Knie, Operationen 423—426; — Hygroma praepatellare 423; — — der Kniekehle 424.
Kniegelenk, Arthrotomie 425; — Gelenkmäuse 425; — Meniskusoperationen 425; — Patellarnaht 425; — Punktion 424.
Knochen, einschließende Injektion 219 bis 220; — Sensibilität 21.
Kochsalzlösung, Anästhesierung 60; — Osmose 55; — perineurale Injektion 183.
Kodeininjektion, Ödeme nach 67.
Kohlensäure 8. 10. 42.
Kokain, wesentliche Eigenschaften 91; — alkalische Lösung 106; — Geschichte der Anästhesie mit 13. 75. 76—82.
Kokainanästhesie, Indikation 103; — Kälte zur 99. 106. 149; — Bedeutung für Laryngo-Rhinologie 77; — — Zahnheilkunde 77. 79; — — Augenheilkunde 262—263.
Kokain, chemische Eigenschaften 69. 75.
Kokainchloräthyl 106. 149.
Kokainchlorhydrat 149.
Kokain, Diffusion 67.
Kokaindosen, tödliche 93.
Kokainersatzmittel 143.
Kokain, Idiosynkrasie gegen 81. 95 bis 96. 102; — Injektion intravenös 92; — — intraarterielle 95; — Injektionsweise 99; — Maximaldosis 97; — physikalische Eigenschaften 75; — Wirkung auf Nerven 82—97; — Resorption 64.
Kokainisierungsversuche mit Amöben, Pflanzen, Leukozyten, Lepidopterenlarven 88.
Kokainlösungen, Gefrierpunktbestimmung 85; — Herstellung 104; — Konzentration 92; — Sterilisation 104; nach Schleich 171; — verdünnte 59.
Kokainspray zur Kehlkopfanästhesierung 310.
Kokainum benzoicum 107; — hydrobromicum 107; — muriaticum 107; — nitricum 107; — phenylicum 107; — salicylicum 107.
Kokainvergiftung, Geschichte 79—82; — Wesen und Mechanik der örtlichen 82—89. 104; — — der allgemeinen 89 bis 97; — Verhütung und Behandlung der 97—104; — Krämpfe bei 90. 91; — Lähmungen bei 91; — psychische Erkrankungen 90. 91.
Kokainzersetzung im Körper 84.

Kollapsbehandlung mit Suprarenin 164.
Kolpohysterotomia ant. 378.
Kolporrhaphie 372, 376.
Kompression von Nervenstämmen 3. 5. 32.
Konjunktiva, Anästhesierung 262. 263
Konzentration von Lösungen, Bedeutung für die anästhesierende Wirkung 66; — Dauer der Wirkung 72; — Diffusion 73; — indirekte Infiltrationsanästhesie 73; — Kokainanästhesierung 79; — bei allgemeiner Kokainvergiftung 92—97.
Konzentration, physiologische, von Akoinlösung 122. 124; — Eukain-B 115; — Kokain 85; — Novokain 136; — Tropakokain 110.
Konzentration von Salzlösungen, Bedeutung bei der Aufsaugung 62.
Kopf, Operationen am 222—301; — — am behaarten Kopf (Stirn-, Schädeloperationen) 223—233; — — am Gehörgang 233; — — am Nervus trigeminus 240—261; — — an der Orbita (Augenoperationen) 261—267; — — an den Gesichtsweichteilen 267 bis 272; — — in der Nasenhöhle und an der knöchernen Nase 273—276; — — an der Stirnhöhle 277—279; — — an den Kiefern 279—286. 287—296; — — an den Alveolarfortsätzen 287 bis 296; — — am Gaumen (Nasenrachenfibrome) 296—297; — — an der Zunge, Mundboden, Tonsillen 297 bis 301.
Kornea, Anästhesierung 263.
Koryl 44.
Krausescher Lappen 411.
Krönleinsche Operation 267.
Kutis, Kataphorese 168.

L.

Labien 373—374.
Lähmungen nach Abschnürung 32. 35. 37; — nach Embolie 36; — durch örtliche Vergiftung 63; — bei allgemeiner Kokainvergiftung 91.
Lähmungskurve einiger anästhesierender Lösungen 55.
Laminektomie 319.
Lappenplastik 165. 411. 416. 427.
Laryngektomie 312.
Laryngologie, Anästhesie in der 310 bis 312; — Antipyrinanästhesie 143; — Kokainkonzentration 102; — Kokainverwendung 77; — Kokainvergiftung 80; — Schleimhautoberflächenanästhesierung 166; — Suprarenin 155. 157. 161.
Laryngotomie 312.
Leber, Sensibilität 26. 30; — Operationen 337.
Leistengegend, Innervation 344; — Tumoren 428.
Leistenhernie 345—350.
Leitungsanästhesie 31; allgemeine Technik 208—222; — durch Anämie 32; — im kleinen Becken 353—359; — durch Diffusion 74; — durch endoneurale Injektion 185; — Lumbalanästhesie 187; — durch Nervenkompression 32; — parasakrale 357—359; — paravertebrale 314—318; — durch perineurale Injektion 179; — sakrale 187; — zentrale, der N. N. intercostales 323—329.
Leitungsbahnen des Schmerzes 15. 16. 19.
Leukozyten, Lähmung durch Kokainisierung 82.
Ligamente, s. Bänder.
Linea alba, Hernie 343.
Lipome der Schultergegend 411.
Lippe, Oberlippe 269; — Unterlippe 271.
Liquor hollandicus, s. Äthylenchlorid.
Lokalanästhesie, Bedeutung 193; — Begriffsdefinition 32; — Geschichte 1—13. 193; — Indikationen 31. 196; — Instrumentarium 198—203; — Narkose, kombiniert mit 196—197; — allgemeine Technik 198—222.
Lokalanästhetika, allgemeine Eigenschaften 69; — Verwendungsmethoden: — arterielle Anästhesie 191; — elektrische Kataphorese 167—169; — Infiltrationsanästhesie 169—178; — Leitungsanästhesie 178—188; — Ober-

flächenanästhesierung 165; — Venenanästhesie 188—191.
Lokalisation der Schmerzempfindung 16.
Lumbalanästhesie 187; — mit Eukain-B 119.
Lumbalnerven 313.
Lungenabszesse 322.
Lunge, Sensibilität 30.
Luxationen 384—389; — Übersicht 385: Lux. digit. 398; humeri 386. 387; ischiadica 386; obturatoria 386; olekrani 386; tibiae post. 386.
Lymphdrüsenausräumung am Halse 304.

M.

Magen, Sensibilität 24. 28; — Vergiftung durch Kokain 81; — s. auch Bauchorgane.
Maligne Tumoren 222.
Mamma, Operationen an der 329—331; — gutartige 329; — bösartige 329 bis 331.
Mandragora, s. Alraun.
Mastdarm, Operationen am 379—383; — Innervation 352; — Operationen in der Analgegend 379; — Dehnung des Afters 379; — Hämorrhoidenoperationen 380; — Fistula ani 382; — Karzinom 383.
Mastdarmexstirpation in parasakraler Anästhesie 358.
Maximaldosis, Bedeutung für Lokalanästhesie 70; — des Akoins 124; — des Eukains 118; — des Kokains 97; — des Novokains 139; — des Tropakokains 112.
Memphis, Stein von 3.
Meniskusoperationen 425.
Mesenterium, Sensibilität 27—28.
Methylalkohol 40.
Milchzuckerversuche zur Feststellung der Resorptionszeit 148. 150. 160.
Milz, Sensibilität 26.
Mohn 2. 6. 7.
Morphium 11. 12. 67. 197; — Ödeme nach Injektion 67.
Morphium-Skopolamin 197.
Mund, Sensibilität 24.
Moxen 6.
Mundboden, Innervation 297; — Anästhesierung zu kleineren Eingriffen 300; — — des Mundes und der Zunge 299; — — des Mundes, der Zunge und der Tonsillengegend 301.
Muldenförmige Injektion 219.
Muskelfaszienschmerz 20.
Muskeln, Sensibilität 20.

N.

Nabelbrüche 341—343.
Narkose, kombiniert mit Lokalanästhesie 196; — Theorien der 71.
Narkotika im Altertum 1—2; — zur Behandlung der Kokainvergiftung 103; — Verwendung zur Lokalanästhesie 71.
Nase, Sensibilität 24; — äußere 269.
Nasenflügel 245.
Nasenhöhle 273—276.
Nasenkarzinom 275.
Nase, knöcherne 273.
Nasenrachenfibrome 296.
Nasenscheidewand 246.
Nekrose durch Quellung (s. auch Gangrän) 56; — infolge örtlicher Vergiftung 63.
Nebenhoden, Sensibilität 30.
Nebenhöhlenanästhesierung, mediale Orbitalinjektion 242.
Nervozidin 143.
Nervensystem, Wirkung der Anästhetika 71.
Nervenphysiologie bei Abkühlung 40.
Nerven, Kokainisierungsbeeinflussung 87.
Nervenkompression, Schmerzherabsetzung 3—5. 32—37.
Nervus accessorius 297; — alveolares inf. 181. 185. 249—254. 290. 294; — alveolares sup. 245. 290. 292; — anococcygei 353; — auricularis magnus 222. 233. 302; — auriculotemporalis 233; — axillaris 394; — buccinatorius 292; — cervicales 302; — ciliares 243; — clitoridis dorsalis 354; — cutanei antebrachii 408; — cutaneus colli 222. 302; — cutaneus femoris post. 352.

356. 370. 417; — cutaneus femoris lat. 414. 416; — ethmoidales 241. 246. 373; — femoralis 185. 415; — frontalis 241. 242; — genitofemoralis 344; — glossopharyngeus 223. 233. 239; — haemorrhoidalis inf. 353; — ileohypogastricus 313. 315. 344. 346; — ileoinguinalis 313. 315. 344. 346; — infraorbitalis 181. 244. 290; — infratemporalis 267; — intercostales 185. 313. 323—329; — ischiadicus 185. 416; — labiales post. 354; — lacrimalis 241. 242; — laryngeus sup. 184. 297. 310. 311; — lingualis 185. 249. 292. 297; — lumbales 313; — lumboinguinalis 344; — mandibularis 249 bis 257; — maxillaris 244—249; 273. 297; — medianus 182. 184. 407; — mentalis 254. 291; — nasociliaris 241. 242; — nasopalatinus 246; — obturatorius 417; — occipitales 184. 222. 233; — olfactorius 273; — ophthalmicus 240; — opticus 82. 243; — palatinus 245. 290; — pelvinus 352. 356. 370; — penis dorsalis 353; — perinei 353; — peroneus communis 423; — peroneus profundus 420. 423; — peroneus superficialis 421; — pudendus 352. 353—355. 370. 372; — radialis 182. 184; — recurrens 311; — saphenus 421. 423; — spermaticus 344; — spinosus 233; — supraclaviculares 302. 314. 328; — supraorbitalis 184; — suralis 421; — sympathicus 15. 313. 316; — thoracales 313; — tibialis 420. 422; — trigeminus 222. 240—261; — ulnaris 182. 184. 405; — vagus 223. 233. 297. 302; — zygomaticus 264.
Netz, Sensibilität 26. 28.
Niere, Sensibilität 26. 30.
Nierenoperationen 359—360.
Nirvanin 128—130. 159.
— zur perineuralen Injektion 183.
Nitroglyzerinzusatz zu Kokain 101.
Novokain 69. 135—141. 144. 207; — und Adrenalin 138. 159; — Dosierung 207; — Maximaldosis 139; — physiologische Konzentration 136; — Prüfung 137; — Schleimhautanästhesierung 138; — Schmelzpunkt 136; — Sterilisation 204; — Vergiftungserscheinungen 139; — Todesfälle 140.
Novokainborat 139.
Novokainphosphat 139.
Novokain-Suprarenintabletten 138. 205.

O.

Oberarm 411.
Oberflächenanästhesierung 165—167; — der Konjunktiva 262; — von Schleimhäuten 165; — von serösen Häuten 167; — von Synovialmembranen 167; — von Wunden 167.
Oberflächenapplikation von Anästhetizis 6—9.
Oberkiefer, Vorderwand 245.
Oberkieferresektion 282. 285.
Oberlippe 245.
Oberschenkel 414—417. 426—428.
Oberstsche Anästhesierung 181.
Ödem, Schmerzempfindlichkeit bei 18; — durch Infiltrationsanästhesie 174; — nach Kodein 67; — nach Morphium 67; — bei örtlicher Vergiftung 64; — nach Peronin 67; — nach Tropakokain 111. 67; — bei örtlicher Vergiftung 64.
Ölige Lösungen 63. 107. 108. 146.
Ösophagus, Sensibilität 24. 302.
Ohr, s. Gehörorgan.
Ohrmuschel, Anästhesierung 236.
Olekranon, Operationen 410.
Oligämie durch Kokainisierung 83.
Ophthalmologie, s. Augenheilkunde.
Opium 2. 6. 7.
Orbita, Injektionen in die 241—244. 277; — Operationen in der 261—267; — s. auch Augenheilkunde.
Orthoform 126. 167.
— cave Argentum nitricum 127.
— neu 128.
Osmose 50. 58; — Geschichte der 58.
Ouabain 142.
Ovarien, Sensibilität 30.

P.

Parametrane Injektionen 377.
Paranephrin 152.
Paraphimosen 367.
Parasakrale Leitungsanästhesie 357.
Paravertebrale Leitungsanästhesie 314 bis 318; — — bei Bauchoperationen 333; — — Einfluß auf abdominelle Sensationen 29.
Patellarnaht 425.
Paukenhöhle 24. 236; — Sensibilität 24; — Anästhesierung 236.
Penis 366—369. 371; — Amputatio 368. 371; — Harnröhrenfisteln 368; — Hypospadie 368; — Phimosenoperationen 366—369; — Anästhesierung des ganzen 368; — — des Präputiums 366.
Perikardiotomie 322.
Perichondrium, Sensibilität 22.
Perineurale Injektion 179—185; — zirkuläre Analgesierung 180; — einzelner Nervengebiete 181—185; — des Periosts 180; — d. Unterhautzellgewebes 180. 184.
Periost, Infiltrationsanästhesie 174; — Kokainisierung 78; perineurale Injektion 180.
Periostschmerz, Lokalisation 21.
Periproktitische Abszesse 383.
Peritoneum, Anästhesierung 334; — Sensibilität 26.
Peronin, Ödeme nach Injektion von 67. 142.
Petroläther zur Verdunstungsanästhesie 39.
Pflanzen, Kokainisierung 83.
Pharyngotomie subhyoidea 312; — suprahyoidea 306.
Phenylkokain 105.
Phimose 366—369.
Phlegmone der Finger 398; — der Hand 404.
Phlegmonen des Vorderarms 410.
Physiologische Lösungen 52.
Plasmolyse 52.
Plastische Operationen im Gesicht 272.
Pleurapunktion 320.
Pleura, Sensibilität 30.
Plexus brachialis 331. 389—396; — Anästhesierung nach Hirschel 389. 396; — — — Kulenkampff 390—396; — Anatomie des Pl. b. 391; — Technik 393; — Indikation 396.
Plexus coccygeus 352. 356; — sacralis 352. 357.
Portio vaginalis, Sensibilität 30.
Postoperative Hernien 343.
Prolapsoperationen 358. 375—377.
Propäsin 131. 167.
Prostatektomie, perineale 357—358; — suprapubische 371.
Psychische Erkrankungen bei allgem. Kokainvergiftung 90. 91.
— Kontraindikationen der Lokalanästhesie 196.
Punktion des Kniegelenks 424.
Pylorusresektion 337.
Pyramidenförmige Injektion 218.

Q.

Quaddelbildung nach Schleich zur Anästhesierungsprüfung 55. 65; — Einstichpunkt 210.
Quaddelreihe nach Schleich 211.
Quellungsanästhesie 56.
Quellungsnekrose 56.
Quellungsschmerz 56.

R.

Rachen, Sensibilität 24.
Rachenmandel, Anästhesierung 300.
Rektumkarzinom 383; — Sensibilität 24.
Reizerscheinungen bei allgemeiner Kokainvergiftung 90.
Reizkurve einiger anästhesierender Flüssigkeiten 55.
Reizwirkung, chemische Konstitution zur 65.
Resektion des Ellbogengelenks 411; — des Schultergelenks 412.
Resorption von differenten Mitteln 64; — bei Druckdifferenz 61; — aus serösen Höhlen 62; — von öligen Lösungen 63. 108. 146; — bei verschiedener Konzentration 62; — Ver-

zögerung der R. zur örtlichen Anästhesie 64. 72; — Bedeutung vitaler Kräfte 62. 63. 145; — Wege der 62. 63; — aus dem Unterhautzellgewebe 62.
Resorzin, Zusatz zu Kokain 101.
Rhinologie, Alypin 135; — Kokain 77. — s. Nase.
Rippenresektion 320—322; — einfache 320; — mehrfache 321; — bei starr dilatiertem Thorax 322.
Rückenmark, Sensibilität 15.
Rückenmarksanästhesie 29. 119. 187; — Aufhebung der abdominellen Sensation bei 29.

S.

Sakrale Anästhesie 187.
Säugling, Lokalanästhesie beim 197.
Salzgehalt der Gewebe 52.
Samenstrang 363.
Saponin 12.
Schädelbasis, Duraempfindlichkeit 25; — Operationen 276.
Schädelkonvexität, Duraempfindlichkeit 25.
Schädeldach, Anästhesierung 223—233; — Innervation 222—224; — Atheromexstirpation 225; — Frakturversorgung 225; — Hirnpunktion 225; — Kankroidexstirpation 225; — Weichteilverletzung 225.
Schädelresektion 226—233; — bei Exzision des Ganglion Gasseri 230; — bei Kankroid 226; — bei Kleinhirnfreilegung 231; — bei Sarkom 227 bis 228; — in der Schläfengegend 229.
Schamlippe 373—374.
Scheideneingang 373—374.
Schenkelbeuge, Anästhesie 344; — Innervation 343—344; Tumoren 428.
Schierling 2.
Schilddrüse, Sensibilität 31; — s. Strumektomie und Basedow.
Schläfengegend, Schädelresektionen 229.
Schleichsche Quaddel 65.
Schleimhautanästhetika 10. 77. 80. 87. 135. 138. 165.
Schleimhäute, Oberflächenanästhesierung 165; — Kokainvergiftung 80; — Sensibilität 24.
Schleimbeutelhygroma praepatellare 423; — der Kniekehle 424.
Schlüsselbein 412.
Schmelzpunkt des Novokains 136.
Schmerz, Physiologie und Psychologie 14—18.
Schmerzempfindlichkeit in verschiedenen Organen 18—31.
Schmerzempfindung, Lokalisation 16.
Schmerzleitende Apparate 29.
Schmerznerven 16.
Schnittlinien, Anästhesierungstechnik 211 bis 218.
Schrumpfungserscheinungen nach Injektion hyperosmotischer Lösungen 56.
Schultergegend, Operationen in der 411 bis 412.
Schwefelkohlenstoff zur Verdunstungsanästhesie 39.
Skopolamin-Morphium-Schlaf 197.
Skrotum, Operationen am 362—366. 371.
Sehnengewebe 20.
Sensibilität 13; — Beeinflussung durch anikosmotische Lösungen 54; — Prüfung nach Injektion differenter Mittel 65; — der Organe 19—31.
Seröse Höhlen, Aufsaugung von wässerigen Lösungen in 62.
— Membranen, Kokainvergiftung 80; — Oberflächenanästhesierung 167; Sensibilität 26.
Siedepunkt von Verdunstungskälte erzeugenden Chemikalien 39. 40. 42.
Spritzen für die Lokalanästhesie 198 bis 201. 202. 209.
Stirnhöhle, Operationen in der 277 bis 279; — Schleimhautempfindlichkeit 24.
Stenokarpin 142.
Sterilisation der Instrumente 203; — von Kokainlösungen 105; — des Novokains 204; — des Suprarenins 204—205; — der Tabletten 205.
Sternum, Operationen am 323.
Stovain 69. 132; — mit Suprarenin 159.
Strophantin 142.

Strumektomie 306—309.
Stypage nach Bailly 44.
Subkutanes Zellgewebe, Anästhesierung 86.
Subkutin 131; — mit Suprarenin 159.
Subphrenische Abszesse 322. 327.
Suggestion in der Geschichte der Lokalanästhesie 9.
Suprakondyläre Osteotomie des Femur 426.
Suprarenin 151—165. 144. 195; — Anämie 64. 138. 144. 151—165. 195. 204 Gaumenspaltenoperation) 296; — bis 206. 296; — Anämie 166; — Bedeutung für Lokalanästhesie 156—165. 194; — Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung 162—165; — Resorption 64. 160; — Sterilität 204 bis 205; — Synthetische Darstellung 153; — Tropfendosierung 206; — Warnung bei Beeinträchtigung der Vitalität des Gewebes 165; — Warnung bei Gaumenspaltenoperation 296; — Wirkungen 154—156.
— mit Novokain 138. 152. 205.
Synovialmembranen, Oberflächenanästhesierung 167; — Sensibilität 22.
Synthetische Darstellung des Suprarenin 153.

T.

Tablettengebrauch bei der Lokalanästhesie 205—207.
Tastempfindung, isolierte Aufhebung bei Umschnürung 35.
Tastsinn bei Abkühlung 40; — Kokainbeeinflussung 86.
Technik, allgemeine, der Lokalanästhesie 198—222; — Instrumentarium 198 bis 203; — Sterilisation des Instruments 203; — Herstellung der Lösungen 204—207; — der Infiltrations- und Leitungsanästhesie 208—222; — Anästhesierung entzündeter Gewebe 221; — — maligner Tumoren 222; — — von Nervenstämmen 220; — — eines Operationsfeldes 218—220; — — der Schnittlinien 211—218; — — von Zysten 222.
Temperatursinn bei Abkühlung 40; — Kokainbeeinflussung 86; — Verhalten bei Nervenkompression 35.
Temperatureinfluß der Anästhetika auf die Gewebe 49.
Tenotomie der Achillessehne 420.
Terminale Anästhesie 31. 71. 72; — — Abkühlung unter den Gefrierpunkt 41; — — durch Venenanästhesie 188.
Testis, ablatio 364.
Thermoisolator für Chlormethyl 44.
Thierschscher Epithelstreifen 411. 416. 427.
Thorakoplastik 322. 323; — s. auch Brustkorb.
Thorakotomie bei Empyem 320; — s. auch Rippenresektion.
Todesfall nach Alypin 135; — durch Kokainvergiftung 80—81; — nach Novokain 140.
Tonogen 152.
Tonsillengegend, Anästhesierung 300.
Tonsillektomie 298. 300.
Toxische Wirkung bei arterieller und Venenanästhesie 192; — s. auch Vergiftung.
Trachea, Schleimhautempfindlichkeit 24.
Tracheotomie 310.
Tränensackoperationen 267.
Trendelenburgsche Resektion der Vena saphena 427.
Trigonum retromolare 251.
Trommelfell, Anästhesierung durch Kataphorese 234; — Innervation 223. 233.
Tropakokain 67. 109—113. 144; — Ödem nach Injektion 67. 111; — physiologische Wirkungen 109; — mit Suprarenin 157; — Vergiftungserscheinungen 112.
Tropfendosierung des Suprarenins 206.
Tube, Sensibilität 30.
Tuber maxillare, Injektion zur Anästhesie der Nervi alveolares sup. 245.
Türckscher Versuch 68.

U.

Umschnürungsanästhesie 32 ff.
Unterbindung der Art. carotis communis 305; — — — — ext. 305; — — — thyreoidea sup. 305; — — — — inf. 305.
Unterhautzellgewebe, Aufsaugung aus dem 62; — Leitungsanästhesie 180; — Sensibilität 19.
Unterkieferresektion 286.
Unterleibsbrüche 340—351; — s. Hernien.
Unterschenkeloperationen 423; — nach endoneuraler Injektion 186.
Urethra, Operationen 368—371; — Sensibilität 24; — Hypospadie 368; — Urethrothomia externa 369—371.
Urinphlegmonen 371.
Uterus, Operationen 377—379; 358; — Exstirpation 358; — Prolapsoperation 358; — Sensibilität 25. 30.

V.

Vagina, Sensibilität 25.
Vaginale Operationen 371—373; — Kolporrhaphie 372; — Totalexstirpation 372.
Vena saphena, Operationen an der 427.
Venenanästhesie 74. 188—191; — zu Kniegelenksresektionen 426; — zu Unterschenkeloperationen 423.
Verdunstungsanästhesie, Übersicht 44; — Nervenphysiologie bei 40; — mit Äther 38; — — Äthylenchlorid 39; — — Amylen 40; — — Anästol 44; — — Anästyl 44; — — Bromäthyl 39. 40; — — Chloräthyl 42; — — Chloroform 38. 39; — — Koryl 44; — — Metäthyl 44; — — Methylalkohol 40; — — Petroläther 39; — — Schwefelkohlenstoff 39.
Vergiftungen, allgemeine 69; — örtliche 63; — Beeinflussung durch Abkühlung d. Gewebe 146. 150; — — — Blutgefäßabschnürung 146; — — — Blutgefäßverengerung 146; — — — Gelatine 146; — — — ölige Lösung 146; — — — Suprarenin 161; — — — verdünnte Lösung 145.
Vergiftung durch Akoininjektion 123; — — Alypin 135; — — Eukain-B 117—119; — — Kokain 80. 79 104; — — Nirvanin 129; — — Novokain 139; — — Tropakokain 112.
Vitale Kräfte bei der Aufsaugung von Lösungen 62. 63.
Vitalität, Warnung vor Suprarenin bei Beeinträchtigung der 165; — Einfluß auf Wirkung der Anästhetika 145.
Vorderarm, Operationen 408—410.
Vulva, Sensibilität 25; — Operationen 373—374.

W.

Wangengegend 270.
Wangenspaltung 270.
Warzenfortsatz 239.
Wasserentziehung, physiologische Wirkung 56.
Wasserinjektion, physiologische Wirkung 56. 58. 59.
Wirbelsäule und Brustkorb (s. diesen), Operationen 313—31.
Wunden, Oberflächenanästhesierung 167.

Y.

Yohimbin 68; — als Anästhetikum 143.

Z.

Zahnheilkunde, Bedeutung der Lokalanästhesie 193. 287—296; — Geschichtliches 287; — Innervation der Zähne 245. 290; — Extraktion nach Abkühlung 38. 47; — Kataphoreseverwendung 168. 289; — Nachblutungen bei Extraktionen 295; — Narkose bei Zahnoperationen 296; — Verfahren bei Oberkieferzähnen 245. 292; — — bei Unterkieferzähnen 249. 294.
— Akoininjektion 124; — Chloräthylspray 289; — Chloräthyl mit Kokain 106; — Kokainanästhesie 77. 79; — Kokainphenylatlösung 108; — Kälte-

anästhesie zur Erhöhung der Kokainwirkung 149; — Nirvanin 129; — Novokain 140; — Tropakokain 113 (Vergiftung).
Zehen, Anästhesierung 418—420; — zirkuläre Analgesierung 181.
Zentrale Anästhesie 31; — — der Interkostalnerven 323—329.
Zentralnervensystem, Vergiftung durch Anästhetika 69. 85. 90. 132.
Zirkuläre Analgesierung 180.
Zirkulationsstörungen bei Kälteeinwirkung 40.
Zökostomie 339.
Zunge, Innervation 297; — Anästhesierung eines Teils der 298; — — der Zunge und des Mundbodens 299; — — der Zunge, des Mundbodens und der Tonsillengegend 300.
Zwerchfell, Sensibilität 26.
ykloform 131. 167.
Zysten, Anästhesierung von 222.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Alexander Schaedel

Hoflieferant

Gegründet 1852 **LEIPZIG** Reichsstraße 14

Telephon 2250 / Postscheck-Konto 6350

Fabrik chirurgischer Instrumente

Großes Lager in Spezial-Instrumenten
nach Angabe der Professoren BRAUN,
PAYR, PERTHES u. a. m.

Rekord- und Simplex-Spritzen / Äther-Chloroform-
Mischnarkose / Apparat nach Braun

Kanüle zur subkutanen Umspritzung und schichtweisen
Infiltration bei der Lokalanästhesie / Hauptsächlich für
Bauchoperationen nach Läwen

Handgeschmiedete Skalpells!

Nahtmaterial / Reparatur-Werkstatt

Gesetzlich geschützt!

Gesetzlich geschützt!

Celloidin-Zwirn nach Braun

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH IN LEIPZIG.

Chirurgische Operationslehre

unter Mitwirkung von

G. KILLIAN, Berlin / R. KLAPP, Berlin / Fr. KÖNIG, Marburg / W. KÖRTE, Berlin / H. KÜTTNER, Breslau / E. LEXER, Jena / W. MÜLLER, Rostock A. PASSOW, Berlin / P. POPPERT, Gießen / L. REHN, Frankfurt am Main O. RUMPEL, Berlin / V. SCHMIEDEN, Berlin / O. SPRENGEL, Braunschweig P. SUDECK, Hamburg / O. TILMANN, Köln / M. WILMS, Heidelberg

herausgegeben von

August Bier / Heinrich Braun / Hermann Kümmell

Berlin Zwickau Hamburg

3 Bände

Im August 1912 erschien:

Band II: XVI, 860 S. mit 558 meist farb. Abb. im Text. 1912. Geb. M. 40.—

Zentralblatt für Chirurgie: Die hochgespannten Erwartungen, mit denen das Erscheinen der von Bier, Braun und Kümmell herausgegebenen Operationslehre begrüßt wurde, sind nicht enttäuscht worden. Von dem auf drei stattliche Bände berechneten Werke liegt zunächst nur der zweite, die Operationen am Brustkorb und Bauch umfassende Band vor. Er läßt mit Bestimmtheit erkennen, daß das den Herausgebern vorschwebende Ziel: dem praktischen Chirurgen einen zuverlässigen, dem heutigen Stande unserer Wissenschaft in jeder Hinsicht entsprechenden Wegweiser an die Hand zu geben, erreicht wird. Der Name der Mitarbeiter, denen die einzelnen Kapitel anvertraut sind, bürgt dafür, daß auf allen Gebieten eigene Erfahrung zum Worte kommt . . .

Alles in allem: Es ist den Herausgebern und ihren Mitarbeitern gelungen, in sehr dankenswerter Weise ein Werk zu schaffen, das für alle Operateure, für die erfahrenen und für die noch weniger geübten, ein sehr wertvolles Hilfsmittel darstellt. Daß es bald im Besitz fast aller deutschen Chirurgen sein wird, daran ist wohl nicht zu zweifeln.

Im Februar 1913 wurde ausgegeben:

Band I, Lieferung 1: II, 150 S. mit 152 Abb. im Text. 1913. M. 8.—
Band I, Lieferung 3: II, 299 S. mit 196 meist farb. Abb. im Text. 1913. M. 14.—

Die Chirurgische Operationslehre hat sich bei allen Chirurgen eingeführt und ist glänzend besprochen worden. Der I. Band muß in drei Lieferungen erscheinen, weil die Bearbeitung der in der Mitte liegenden Abschnitte noch nicht beendet ist. Die Herren waren durch Berufsgeschäfte leider verhindert, ihre Manuskripte rechtzeitig abzuliefern. Auch hat sich ein Personenwechsel in der Bearbeitung zweier Kapitel notwendig gemacht. Es erschien aber erwünscht, wenigstens die fertigen Kapitel, von denen das erste bereits im März 1911 gedruckt ist, jetzt auszugeben. Die fehlende zweite Lieferung wird im Herbst 1913 nachfolgen. Es wird dann gleichzeitig das Titelblatt und das Inhaltsverzeichnis, sowie das Register und die Einbanddecke für den ganzen Band geliefert werden. Der Bezug von Lieferung 1 und 3 verpflichtet zur Abnahme von Lieferung 2. In Lieferungen kann ich nur in feste Rechnung liefern, zur Ansicht erst, wenn der I. Band gebunden komplett vorliegt. Der III. Band wird voraussichtlich im Sommer 1913 ausgegeben werden.